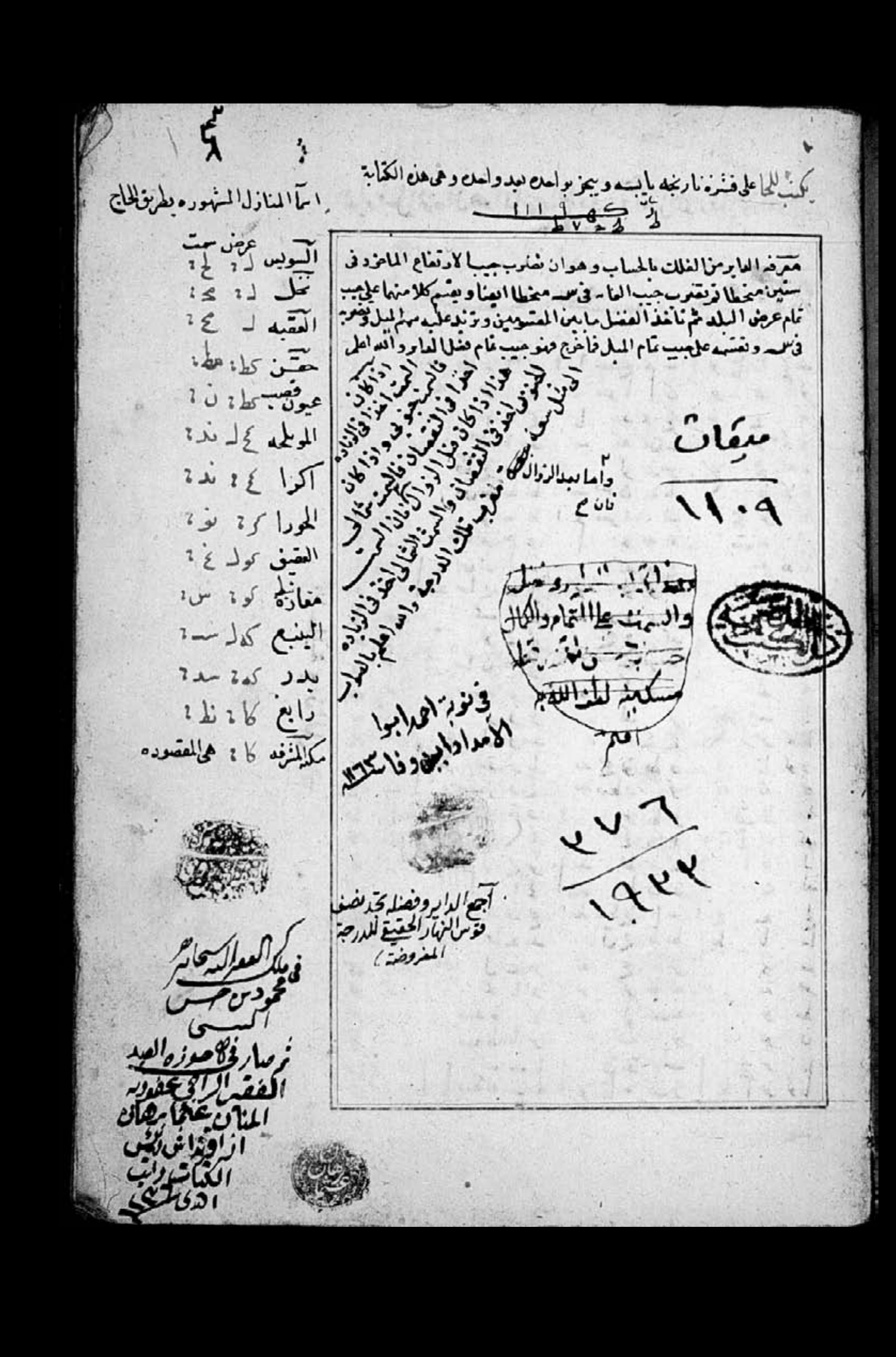
L'apport scientifique arabe
à travers les grandes figures de l'époque classique

Salah Ould Moulaye Ahmed



ÉDITIONS UNESCO

L'apport scientifique arabe
à travers les grandes figures de l'époque classique



يكتب للحا على قشره تاريخه بايسه ويجوز بواحد بعد واحد وهي هذه الكتابة

ا ا ا ٩ كهـ

معرفة الدائر من الفلك بالحساب وهو ان تضرب جيبا لارتفاع الماخوذ في ستين منحطا ثم تضرب جيب الغاية في س منحطا ايضا ويقسم كلا منهما على جيب تمام عرض البلد ثم ناخذ الفضل ما بين المقسومين وتزيد عليه سهم الميل وتضربه في س وتقسمه على جيب تمام الميل فاخرج فهو جيب تمام فضل الدائر والله اعلم

بسم اذا كان الجنوب في الزياده الى المغرب ... اذا كان في النقصان فالجنوب ... هذا اذا كان قبل الزوال ... في النقصان والسمت الشمالي الى المغرب ... الدرجة والله اعلم بالصواب

واما بعد الزوال ثان م

ميقات

١١٠٩

في نوبة احدا بوا الامداد ابن ... فاسكنه الله

... والسمت ... التمام والكمال ... مسكينه لطف الله ... اقلم

٢٧٦

١٩٢٢

اجمع الداير وفضله تجد نصف قوس النهار الحقيقي للدرجة المفروضة

اسما المنازل المشهوره بطريق الحاج

	عرض	سمت
السويس	لـ ح	لح ح
نخل	لـ ح	يح ح
العقبه	لـ	مح ح
حقل	كط	مط
عيون قصب	كط ح	ن ح
المويلحه	كح لـ	ند ح
اكرا	كـ ٤ ح	ند ح
الحورا	كز ح	نو ح
العقيق	كو لـ	ع ح
مغارة نجم	كو ح	س ح
الينبع	كه لـ	سـ ح
بدر	كه ح	سد ح
رابغ	كا ح	نط ح
مكة المشرفه	كا ح	هي المقصوده

في ملك العبد الله السحابي محمود بن حسن الكيسي

ثم صار في حوزة العبد الفقير الراجي عفو ربه المنان عثمان بن ... الكتاب ... راتب ...

الدائر قبل الزوال هو الماضي من النهار . وفضل الدائر قبل الزوال هو الباقي للزوال

عدد الدرج	عدد المدرج	سنبله / حمل: الدائر	فضله	السمت	اسد / ثور: الدائر	فضله	السمت	سرطان / جوزا: الدائر	فضله	السمت
١ -	كط ٤	ا مه مه	قط د يو	٦ ر كا	ا ما	صه يح صو ا	يم مه ا كه	ا لو لو	قا ما ى	كم سـ ا كو
ح د	كج كو		٧ مه	٦ مح ا سد	ما ـ	مد كه	كم غ لزكـ	لو كل	٤ لو	م كد ى
ه و	كه كد		فط غ ص س	ـ س ـ لط	سـ	لو سون	ند مو نه ما	يح	مح ن	كد ر كد مط
و ح	كج كـ		كو م	ـ لط م و	ا يم	صو ا ى	لـ نه نه		قا نو قـ ح	٧ مح
ط سو	كا ى	ا مه سه	ص ند ساح	لد ا د	كح	كد لو	نو ٤ لو مو		مه	كد ند [illegible]
يا نـ	مط ٤		كـ لو	لـ د نه	ند	صومر صح ٤	يرـ كد		كا كر	نم كه
يح مد	يو لو		سا ن صد	ه كح ه ن	يا ند	ـ كح	يرمه ٤ ـ		لـ لد	لد مح
مه لو	نه ند		ير لـ	و ير ومد		لد مه	كر ٤ مح	ع	صـ مر	نا كه نظ
مو ٤	كح ـ	ا مه مه	مد صـ نر	ر ما د ٤	ند ند	صح نو مطر	لط د كر		نا نه	كو و كح
نط ى	يا ـ	ما	ا صح ـ ٤	ح د ا		ير ٤	لط مو ى و		قب نظ قم ـ	نط كد
كا كـ	ط ح		صح لو ا نه	ح بز كح	ا ند ند	لط مط	كه ى مد		ه ا ح	لـ لد
كح كد	ر و	ا ا ما	مدح ير	ط مح ـه ند	نه	مطغ ق ح	ا ـ كا نط	ا ع نط	مه ما	لمح ما
كه لو	ه د		لـ مح	مه مر ما و	نه لو	ع كر	لر كا نه		كح نه	مه مر
كر كح	ه ـ		صد نو صه ط	٧ ما نو	لو	لو مه	كمه كو		لو لو	مط ن
كط لـ	ا ى	ا ما	كـ صه له	سـ كا سـ مه	ا لو	ق نو قا ح	سـ كـ نو	ا لط	قم ير ير	كو ما

الاسطه ٤ من الحمل

L'UNESCO tient à remercier la Bibliothèque Nationale du Caire, qui a gracieusement autorisé la reproduction des images de cet ouvrage, dans le cadre du projet Mémoire du monde.

Publié en 2004 par l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture,
7, place de Fontenoy, 75007 Paris, France

Composition : Gérard Prosper
Impression : Darantiere, 21801 Quetigny

ISBN 92-3-203975-3

Imprimé en France

L'apport scientifique arabe à travers les grandes figures de l'époque classique

Salah Ould Moulaye Ahmed

Histoire plurielle

Éditions UNESCO

A ma famille, à mes amis et à mes collègues,
ainsi qu'à tous ceux qui ont mis leur vie ou leur talent
au service de la vérité, de la justice, de la paix et
de la science, je dédie cet ouvrage.



موسى بن سيار المجوسي م

بسم الله الرحمن الرحيم وبه نستعين
وصلى الله على سيدنا محمد وعلى اله وصحبه وسلم المقالة الاولى
من الجزء الاول من كتاب كامل الصناعة الطبية المعروف بالملكي تاليف
علي بن العباس المجوسي المطبب تلميذ ابي ماهر وهي خمسة وعشرون
بابا الباب الاول في صدر الكتاب ب في ذكر وصايا ابقراط
وغيره من قدما المطببين ج في ذكر الروس الثمانية التي ينبغي ان تعلم
قبل قراة كل كتاب د في قسمة الطب هـ في ذكر معرفة الاستقصات
وماهيتها و في صفة اصناف المزاج ز في المعاني التي ينقسم اليها
كل واحد من اصناف المزاج ح في تعرف مزاج كل واحد من الناس
بالطبع ط في تعرف مزاج كل واحد من الاعضا الخاص به ي في الاستدلال
على مزاج الدماغ يا في تعرف مزاج العينين وسائر الحواس يب
في تعرف مزاج القلب يج في تعرف مزاج الكبد يد في تعرف مزاج
الانثيين يه في تعرف مزاج المعدة يو في تعرف مزاج الرية يز
في تعرف مزاج جملة البدن يح في علامات تعرف مزاج البدن
المعتدل يط في الاسباب التي تدل على تغير الدلايل على الامزجة الطبيعية
ك في تغير مزاج الابدان من قبل البلدان كا في ذكر تغير المزاج
من قبل الاسنان وتغير دلايل المزاج بسببها كب في طبيعة الذكر
والانثى كج في تغير المزاج من قبل العادة كد في دلايل الصحة وشرايط الجيد
كه في صفة العلم بامر الاخلاط الباب الاول في صدر الكتاب

قال


لو صورة قنطس على ما يرى في السماء
قنطس على ما يرى على الاصطرلاب
الضفدع الثاني

AVANT-PROPOS

Partant du fait que la paix ne peut être fondée sur les seuls accords économiques et politiques des gouvernements, mais qu'elle doit s'appuyer surtout sur le *fondement de la solidarité intellectuelle et morale de l'humanité*, l'acte constitutif de l'UNESCO assigne à l'Organisation des buts et fonctions consistant notamment à *favoriser la connaissance et la compréhension mutuelle des nations*, à *imprimer une impulsion vigoureuse à l'éducation populaire et à la diffusion de la culture* et *aider au maintien, à l'avancement du savoir.*

C'est bien dans ce sens que les pères fondateurs de l'UNESCO ont décidé, dès les débuts, en 1947, de faire appel aux spécialistes de la culture pour élaborer une histoire de l'humanité mettant en évidence l'apport de tous les peuples aux progrès scientifiques et culturels. Ainsi, une large part du volume IV de la nouvelle édition de cette histoire est consacrée à l'apport de l'Islam et du monde musulman aux progrès scientifiques, techniques et culturels de l'humanité.

En vue de promouvoir les identités culturelles pour une meilleure connaissance, voire une compréhension mutuelle des peuples, l'UNESCO a entrepris la préparation et la publication d'une collection d'histoires générales et régionales, telles que l'ouvrage concernant Les différents aspects de la culture islamique et Histoire des civilisations de l'Asie centrale. Il faut noter néanmoins qu'il s'agit là d'ouvrages de référence, répondant aux plus hautes exigences académiques, dont l'UNESCO encourage l'exploitation à des fins pédagogiques et afin de répondre aux besoins de la vulgarisation scientifique.

Des origines à l'essor des sciences arabes, de l'épopée de la transmission des savoirs et des savoir-faire antiques, puis de celle des sciences et

des techniques arabo-islamiques à l'Europe occidentale, on retiendra entre autres le fait que ces multiples rencontres n'ont guère provoqué de heurts ou *chocs* de civilisations. De l'Égypte ancienne, de Mésopotamie et de bien d'autres à la civilisation grecque, de la Chine, de la vallée de l'Indus et de l'Empire sassanide, naissent et se développent les sciences, d'abord à Bagdad, puis dans d'autres centres de rayonnement intellectuel tels que Le Caire, Kairouan, Cordoue, Fez, Séville, Grenade…, dans des conditions exceptionnelles où les savants jouissent du respect et de la protection des califes et de nombreux mécènes, de la mobilité sans contraintes, de la liberté d'expression. Bref l'histoire des sciences contée ici est une histoire de dialogue entre diverses cultures, entre savants et traducteurs de différentes origines linguistiques, ethniques et religieuses.

Avec les Abbāssides, l'essor scientifique et intellectuel va atteindre son apogée :dès la construction de Bagdad, nommée aussi « la cité de la paix », le calife Al-Mansūr fait appel au chef de l'école de Jundishāpūr, ainsi qu'à d'éminents spécialistes de l'astronomie, de l'astrologie, de la médecine et des mathématiques. Sous l'impulsion de son successeur, Hārūn al-Rashīd, qui fonde la première bibliothèque, *Khizaanat al-Hikma*, et celle des vizirs Barmécides, qui se montrent d'excellents mécènes, s'organisent la collecte et la traduction des ouvrages, notamment grecs. On dit d'ailleurs que Jābir ibn Hayyan comptait parmi leurs protégés. Puis, vers 830/215 H, Al-Ma'mūn crée *Bayt al-Hikma* (Maison de la Sagesse), établissement dont l'activité essentielle était au départ la traduction en arabe d'ouvrages anciens, en particulier des manuscrits grecs, et qui allait devenir par la suite la plus grande bibliothèque du monde. Héritière des traditions culturelles de l'hellénisme et des célèbres centres d'Édesse et de *Jundishāpūr*, cette institution devient rapidement un prestigieux forum où se rencontrent les plus grands savants et érudits de l'époque. Les Banū Mūssā ibn Shākir (les trois frères Mohammed, Ahmed et Al-Hassan) qui étaient des protégés du calife et deviennent à leur tour mécènes, férus des ouvrages consacrés aux génies, surtout mécaniques, y ont côtoyé des traducteurs comme Hunayn ibn Ishāq et Thābit ibn Qurra, avec lesquels ils ont travaillé. Outre les savants, les traducteurs, eux-mêmes souvent scientifiques (sabéens, chrétiens, zoroastriens et juifs provenant de Syrie, d'Iraq, d'Iran et de l'Inde), y sont appointés par les califes. *Bayt al-Hikma* est une véritable académie des sciences dont la riche bibliothèque compte des centaines de milliers de volumes. En son sein se déroulent une intense activité de traduction, des cours et des débats. En outre, deux observatoires sont rattachés à *Bayt al-Hikma*, l'un à Bagdad et l'autre à Damas.

Les Fātimides, poursuivant la même politique, établissent au Caire, un siècle plus tard, *Dar al-Hikma,* qui comprend une prestigieuse bibliothèque et des salles de réunion. Ils encouragent les savants, à qui ils offrent la protection et le confort matériel leur permettant d'enseigner au palais et à la mosquée

d'Al-Azhar. Celle-ci devient une célèbre université, la première du monde, suivie par celle de Qarawiyyīn à Fez, puis par les mosquées de Zaytounā et de Kairouan en Tunisie.

De la même manière, les observatoires établis à des époques différentes, d'abord à Bagdad, puis à Damas, à Marāgha, à Istanbul et ailleurs, se développent en grands centres de recherche et de formation, réunissant les meilleurs spécialistes, qui affinent sans cesse les instruments et les observations ainsi que les connaissances théoriques, notamment en astronomie et en mathématiques.

Les *bimāristān* (ou hôpitaux) fleurissent un peu partout et deviennent de véritables centres hospitaliers où les médecins s'occupent également de la formation et de la recherche.

En publiant cet ouvrage, qui constitue un pas vers l'exploitation des histoires générales et régionales, l'UNESCO souligne son rôle de forum intellectuel et peut poursuivre la promotion du dialogue interculturel dont elle s'occupe depuis de nombreuses années.

كتاب حل شكوك كتاب أوقليدس

للحسن بن الحسن ابن الهيثم وشرح معانيه

وقف سيدنا الأمير خليل آغا

وقف
وحبس وسبل
هذا الكتاب المسمى بحل المشكلات
سعادة الأمير خليل آغا باش آغاي دونلو
افندم والدة الخديو الأعظم وجعل مستقره خزانة كتب
الكائنة بمدرسته المجاورة للمشهد الحسيني وقفا صحيحا شرعيا لا يباع
ولا يرهن إلى أن يرث الله الأرض ومن عليها وهو
خير الوارثين فمن بدله بعد ما سمعه فإنما
إثمه على الذين يبدلونه إن
الله سميع عليم
تحريرا في ... القعدة ١٢٦٩

قد صار ملك العبد ... الراجي ... أسعد

٨٠٥

١٩٢٢

PRÉFACE

Chacun sait que les sciences connurent un essor considérable dans le monde arabo-musulman classique. Toutes furent concernées, de l'astronomie à la botanique, en passant par la médecine et les mathématiques. À côté des sciences rationnelles, dans lesquelles la raison était le moyen d'accéder à la vérité, il faut relever les sciences traditionnelles (exégèse, droit musulman, sciences du langage, etc.), qui se fondaient sur le donné révélé. L'ensemble de ces sciences s'ouvrit au bouillonnement intellectuel auquel contribuèrent des savants aussi éminents qu'Avicenne ou Averroès. Il n'est donc guère étonnant de constater que cette civilisation fut une de celles qui produisirent le plus d'œuvres scientifiques, dont beaucoup d'ailleurs attendent encore d'être éditées.

Plusieurs raisons permettent d'expliquer l'activité scientifique intense qui se développa dans l'aire culturelle arabo-musulmane entre les VIIIe et XIVe siècles : assimilation de l'héritage grec, persan, indien, mésopotamien, émergence d'une langue scientifique de communication (l'arabe), environnement culturel favorable à la science et à la connaissance en général, forme d'émulation et de tolérance intellectuelles, mécénat généralisé, création d'institutions scientifiques (bibliothèques, Bayt al-Hikma, madrasas, hôpitaux-écoles, observatoires astronomiques), possibilité donnée aux savants de circuler dans cette aire immense et d'accéder aux centres du savoir, comme l'a montré J. Kraemer.

Mon collègue Salah Ould Moulaye Ahmed, docteur en physique et homme féru d'histoire des sciences, a eu l'heureuse idée d'aborder, dans le présent ouvrage, les sciences arabes – un peu à la manière de L. Leclerc en son temps – par le biais d'une esquisse biobibliographique permettant au

lecteur moderne de faire connaissance avec des scientifiques arabes parmi les plus éminents, tous domaines confondus, et de découvrir leur formation, leur parcours, leur œuvre, le contexte de leur production. L'auteur a retenu essentiellement des savants appartenant au paradigme des sciences rationnelles, c'est-à-dire ceux dont l'influence sur la pensée occidentale médiévale a été la plus déterminante (Al-Khawārizmī, Al-Battānī, Al-Fārābī, Abū al-Qāsim al-Zahrāāwī, Ibn Sīnā, Abū al-Walīd ibn Rushd, etc.). En outre, il a, à juste raison, inclus dans son étude quelques noms prestigieux qui s'imposaient, comme le théologien Al-Ghazālī et l'historien Ibn Khaldūn, et il l'a complétée par des annexes et un lexique des termes techniques, qui sont autant de sources précieuses de renseignements. Chaque notice est suffisamment développée pour donner au lecteur une idée précise de la biographie et de l'œuvre des savants, et lui permettre de les inscrire dans un processus épistémologique général. Toutefois, il ne s'agit pas d'un simple catalogue, car S. Ould Moulaye Ahmed aborde, dans son introduction comme dans sa conclusion, des questions majeures relevant de la théorie de la connaissance, notamment lorsqu'il s'interroge sur les causes de l'émergence de la science arabe, de son rayonnement, puis de son déclin.

Les publications traitant de ce domaine sont encore trop rares, et ce livre, écrit dans un style de haute tenue, vient fort heureusement combler un vide certain. Il faut, par conséquent, savoir gré à son auteur de mettre à la disposition d'un large public un outil commode d'introduction à la science arabo-musulmane.

Floréal Sanagustin
Professeur à l'Université Lyon-III/GREMMO*

*GREMMO : Groupe de Recherches et d'Études sur la Méditerranée et le Moyen-Orient.

NOTE DE L'AUTEUR

«Lis ! car ton Seigneur est le Très Noble,
Qui a enseigné par la plume,
Qui a enseigné à l'homme ce qu'il ne savait pas.»
Coran (sourate 96, versets 3 à 5)

«Du berceau à la tombe, mets-toi en quête du savoir,
car qui aspire au savoir adore Dieu.»
Prophète Mahomet (570-632)

Il y a quelques années, devant donner une conférence à la demande d'une association universitaire à vocation culturelle, je choisis de traiter un sujet entrant dans le domaine de l'histoire des sciences et présentant, en outre, quelque originalité. Cette option reposait sur le constat que, de nos jours, le public s'ouvre de plus en plus largement à la culture scientifique, à condition toutefois que celle-ci soit exprimée en des termes suffisamment simples pour être intelligibles au lecteur. La science s'étant imposée comme une grande aventure intellectuelle, son développement à travers les âges permet de situer l'intelligence humaine dans sa véritable perspective.

L'accueil particulièrement favorable réservé par le public à cette conférence et à trois autres par la suite, portant sur l'exposé des idées et œuvres maîtresses des plus grands noms de la science arabe de l'époque classique – du VIIIe au XIVe siècle –, m'a conduit à écrire ce livre. L'objectif visé à présent n'est pas de faire œuvre d'historien des sciences en essayant de faire connaître le passé de la science arabe, mais plutôt, en paraphrasant un philosophe contemporain, de chercher le passé de son avenir, en associant regard rétrospectif (présentation de la vie et de l'œuvre des grands savants et penseurs d'hier) et critique prospective (analyse des défis actuels à relever face aux grands enjeux de demain).

L'apport considérable et fondamental du génie arabe à l'élaboration de la science universelle est unanimement reconnu, mais souvent présenté sans grande cohérence ni vue d'ensemble : d'où l'ambition de cet ouvrage de mettre à la disposition du public, avec toute la clarté et l'objectivité possibles, un panorama assez vaste des principaux courants et acquis historiques de la

pensée scientifique arabe. Bien que le champ de cette pensée ne recouvre, à mon sens, que les seules activités intellectuelles dont le caractère d'universalité est indiscuté, j'y ai cependant inclus la philosophie. Celle-ci, en effet, était encore perçue à l'époque comme une science – celle de la connaissance rationnelle – dont l'autorité s'étendait sur l'ensemble des connaissances, en particulier celles ordonnées selon les lois de la raison.

Ce livre doit une bonne partie de sa substance aux écrits de nombreux savants et éminents spécialistes, mais, le destinant à un large public, j'ai essayé de l'alléger de toute érudition pointue, voire de tout développement à caractère par trop technique. À défaut d'une fresque plus large, j'ai focalisé l'étude sur vingt-six noms, certes arbitrairement choisis, mais incontestablement parmi les plus grands, sans prétendre à l'exhaustivité. Plutôt que d'exposer une galerie de portraits ou une suite de génies isolés, j'ai cherché à dégager, à travers chaque grande figure, un collectif d'hommes de science ayant contribué à l'édification d'un corpus théorique ou d'un ensemble de pratiques expérimentales. Les savants arabes de l'époque classique étant universels, ils ont été classés dans le domaine de compétence où leur apport fut le plus déterminant.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à tous ceux qui m'ont encouragé et apporté leur concours en vue de la réalisation de cet ouvrage, en particulier au professeur Floréal Sanagustin, de l'Université de Lyon-III, qui m'a fait l'honneur de le préfacer, et au professeur Ahmed Djebbar, de l'Université de Paris-Orsay, pour les précieux conseils qu'il m'a prodigués.

Enfin, je dois confesser que j'ai beaucoup hésité avant de rédiger ce livre, d'une part, pour avoir mesuré l'ampleur des difficultés d'ordre méthodologique inhérentes à tout travail de synthèse – notamment sur un sujet aussi vaste –, d'autre part et surtout, pour avoir pris le risque, en raison du caractère sensible sinon controversé de certaines questions, de formuler des opinions et appréciations personnelles : dans un cas comme dans l'autre, franchissant le Rubicon, j'ai choisi de me laisser guider par un double souci de cohérence globale et d'objectivité scientifique.

En tout état de cause, si l'intérêt du lecteur peut, tant soit peu, être éveillé et stimulé, alors j'estime avoir largement atteint mon but.

S. O. Moulaye Ahmed

REMARQUES

Comme il n'existe pas de système uniforme de translittération de l'arabe en français, j'ai utilisé, pour ne pas dérouter le lecteur non arabisant, une graphie des mots d'origine arabe qui facilite au mieux la prononciation en français. J'ai laissé à certains mots courants (Coran, calife, ouléma, cadi, etc.) leur forme francisée, tout en gardant la transcription usuelle pour les voyelles longues ā, ī, ū, qui se prononcent respectivement â, î, ou en français (exemple : Abū se lit Abou).

Les dates sont données dans la plupart des cas selon le calendrier grégorien (avec éventuellement les mentions avant ou après. J.-C., et s. pour siècle), ainsi que selon le calendrier hégirien (avec la mention H. après la date ou le siècle).

بسم الله الرحمن الرحيم وبه نستعين رب يسر وتمم

الحمد لله الذي نور قلوب اوليائه بذكره المصون ۔ واطلعهم على خبايا اخفايا سره المكنون ۔ واطلع في وجودهم شمس المعرفة فهم بها على ما خفا من دررالجواهر مطلعون ۔ وغاصوا بجودة فكرهم في بحار كنوز المعارف فهم بالغوص وجودة الفكر ابدا فايقون ۔ فهم الغواص لما نالوه بالقرب اختصاصا زايدا فاقوا به من دونهم فهم ابدا يعلوا الدرجات فايزون ۔ انعم عليهم اذ جعلهم اهلا للفضل منهم علما لمن بهم يهتدون احمده بجميع محامده التي حمده بها الحامدون واشكره على ما اولانا من فضله وانا بالشكر لزايدون ۔ وصلى الله على نبيه ورسوله محمد صلى الله عليه وسلم خير نبي وطئ الغبرا نحن بدينه متمسكون ۔ خير نبي اظهر الله به الدين ۔ وبه قوم عوج الملحدون ۔ صلاة وسلاما دايما ابدا الى يوم يبعثون وبعد فان الانسان خزانة المواهب اذ كان بها جديرا ۔ اذ خلقه الله سبحانه وتعالى ودور كرسي راسه تدويرا ۔ وشق سمعه حكمة ونورا ۔ وفتح عيناه فكان بهما بصيرا ۔ فالبصر احترازا من العما ۔ والسمع احترازا من الصمم ۔ جعل الجفن للعين حجابا ما نعا ۔ وسوا الناظر فكان نورا ساطعا ۔ وسطح الجبين هلالا لامعا ۔ واعظم من ذلك ان فتح له خيشوما للشم ۔ شرع الحنك ان نعكا

SOMMAIRE


صورة برج الدلو على ما يرى في الكرة
خارجة عن الصورة

Chapitre 1

GENÈSE ET ESSOR DE LA SCIENCE ARABE

« Et dis : Ô mon Seigneur,
fais-moi croître en science ! »
Coran (sourate 20, verset 114)

« Acquiers la science, d'où qu'elle vienne [...]
Reçois la science, même de la bouche d'un infidèle ! »
Prophète Mahomet (570-632)

On peut distinguer trois phases dans le développement de la science arabe de l'époque classique : la première, d'assimilation de l'héritage scientifique grec et oriental, allant du milieu du VIIIe s./IIe H. au début du IXe s./IIIe H., qui voit l'apparition de nombreux savants compilateurs, traducteurs et commentateurs d'ouvrages anciens ; Bagdad, capitale des nouveaux califes abbassides, devient rapidement le plus grand centre scientifique du monde. La deuxième, d'approfondissement, nettement plus créatrice que la précédente, où l'on assiste, du IXe s./IIIe H. au début du XIIe s./VIe H., à l'émergence d'une véritable culture scientifique arabe propre ; la pensée arabe, se dégageant de l'orbite grecque, connaît alors son âge d'or, sa période faste de floraison intellectuelle et artistique, tandis que l'empire s'affirme à la fois comme foyer d'une civilisation brillante et carrefour du commerce mondial. Enfin, la troisième, s'étendant du XIIe s./VIe H. au XIVe s./VIIIe H., qui voit, d'une part, la diffusion en Europe médiévale de la science arabe à travers un intense mouvement de traduction de l'arabe au latin à partir de l'Espagne (Tolède) et de la Sicile, et, d'autre part, le démembrement de l'empire – notamment sous les assauts des Turcs Seldjoukides, des croisés et des Mongols – avec pour conséquences, entre autres, la prolifération de principautés et de foyers de civilisation, et surtout le recul, puis la sclérose progressive de la vie intellectuelle.

DE LA CONQUÊTE DES TERRES À LA RECHERCHE DU SAVOIR

Au début du VIIe s. après J.-C. apparut une religion nouvelle révélée au prophète Mahomet (Mohammed ibn Abd Allāh) – l'islam[1] – qui allait littéralement bouleverser le cours de l'histoire. En effet, quelques années à peine

après la mort du Prophète, en 632/11 H., les Arabes islamisés, exaltés par leur nouvelle foi, se lancèrent résolument à la conquête du monde et parvinrent à constituer, moins d'un siècle plus tard, un immense empire s'étendant de l'Espagne aux confins de la Chine.

Ces conquêtes, assurément l'un des événements majeurs de l'histoire de l'humanité, furent étonnantes par leur rapidité et surtout par la disproportion frappante entre les moyens mis en œuvre et l'immensité des territoires gagnés à la nouvelle civilisation. Il est surprenant, en effet, qu'un peuple de nomades – s'adonnant presque exclusivement au commerce caravanier et à quelques activités liées à l'élevage (du dromadaire en particulier), n'ayant jamais formé des États structurés et sans traditions militaires à grande échelle – ait pu surgir du désert pour affronter victorieusement, en quelques années, les armées des deux « Grands » de l'époque : l'Empire perse sassanide et l'Empire byzantin dont la capitale, Constantinople, ne fut sauvée que par une arme secrète, le feu grégeois (mélange explosif à base de soufre, de bitume et de salpêtre ou nitrate de potassium), que l'on projetait sous forme d'engins incendiaires.

« Jamais homme n'entreprit avec de si faibles moyens une œuvre si démesurée aux forces humaines, puisqu'il n'eut, dans la conception et dans l'exécution d'un si grand dessein, d'autre instrument que lui-même et d'autres auxiliaires qu'une poignée d'hommes dans un coin du désert » : tel est le jugement qu'Alphonse de Lamartine portait, au XIXe siècle, sur cet homme à la stature incomparable que fut le prophète de l'islam dont l'œuvre, immense, restera un monument.

De la mort du prophète Mahomet jusqu'en 661/41 H., l'Empire musulman naissant fut soumis à l'autorité successive des quatre premiers califes *rāshidūn* [2] (bien guidés) qui exerçaient à la fois pouvoir religieux et pouvoir temporel. À partir de 661/41 H., le gouverneur de la Syrie, Mu'āwiya ibn Abī Sufyān (vers 603-680 H.), se faisant proclamer calife, instaura la dynastie des Umayyades – du nom d'Umayya ibn Abd Shams, son bisaïeul – et fixa la capitale de l'empire à Damas. En 750/132 H., à la faveur d'une révolte armée, la dynastie des Umayyades fut renversée et remplacée par celle des Abbassides – du nom d'Al-Abbās ibn Abd al-Muttalib, oncle du Prophète –, qui déplaça le pouvoir de la Syrie en Iraq avec pour capitale Bagdad, fondée en 762/145 H. Un survivant de la dynastie déchue, Abd al-Rahmān ibn Mu'āwiya ibn Hishām al-Dākhil, l'« Immigré », réussit à gagner l'Andalousie, où il fonda en 756/138 H. l'émirat umayyade de Cordoue, qui deviendra califat en 929/317 H.

La prodigieuse et fulgurante expansion de l'Islam fut, certes, religieuse, militaire et politique, mais elle se manifesta également sur le plan intellectuel et culturel : les Arabes, héritiers de tous les apports de la culture antique – notamment grecque, persane, indienne et chinoise –, surent préserver, consolider et propager les acquis, constituant ainsi un relais précieux entre l'Antiquité

et la Renaissance européenne qui débuta au xve siècle[3]. Cette expansion fut suivie d'un âge très fécond d'assimilation culturelle et d'épanouissement scientifique qui fascinera le monde durant des siècles avant de disparaître, au xiiie s./viie H., à la suite des croisades, des invasions turco-mongoles, de la dislocation de l'empire et d'interminables guerres intestines.

Les Arabes possédaient déjà l'écriture, mais leur science, largement empirique, voire rudimentaire, se réduisait, lors de leur conversion à l'islam, à quelques formules simples, parfois teintées d'arithmologie, de mystique et d'occultisme. Entrés en contact, dans le sillage de la conquête, avec divers peuples ayant atteint un niveau culturel, scientifique et technique nettement supérieur au leur, ils eurent le grand mérite de s'ouvrir aux influences de ces civilisations et d'assimiler rapidement leurs concepts et leurs apports significatifs avant de s'intégrer à elles et d'entreprendre en commun l'édification d'une culture et d'une science tout à fait nouvelles.

Il est vrai que le terrain avait été rendu auparavant fertile à l'éclosion de la science arabe : bien avant l'avènement de l'islam, on enseignait déjà à Alexandrie, mais aussi à Antioche et à Édesse, la philosophie et les sciences grecques, ainsi que la médecine selon les doctrines d'Hippocrate et de Galien ; à la même époque, à Jundishāpūr[4], se trouvaient d'éminents savants et médecins, grecs, indiens et persans. Mais, à peine deux siècles plus tard, ces hauts lieux du savoir seront supplantés par Bagdad et les grandes villes de l'empire, nouveaux pôles culturels, artistiques et scientifiques vers lesquels afflueront la plupart des savants et intellectuels de l'époque.

Si les Arabes assimilèrent la tradition grecque, c'est toutefois à partir d'une vision souvent bien différente et plus réaliste, ce qui rendit possible l'infléchissement du savoir scientifique vers de nouvelles perspectives et de nouveaux schémas conceptuels avec des normes originales, lesquelles, reprises, approfondies et systématisées dans l'Europe renaissante des xve et xvie siècles, permettront d'impulser la science moderne. Il peut paraître surprenant que, loin de tenir en suspicion et d'anéantir en conséquence la tradition déjà décadente de la pensée grecque, les Arabes en cherchèrent les sources et en encouragèrent la culture, bénéficiant en cela de la puissante protection et des subsides de leurs gouvernants, califes et émirs, dont certains furent de véritables érudits.

Quant aux sciences et techniques chinoises, les Arabes en eurent connaissance pour la première fois après la bataille de Talas, en 751/133 H., quand des prisonniers chinois leur révélèrent le secret de la fabrication du papier de lin et de chanvre. Les Chinois furent à l'origine de beaucoup d'idées et d'innovations techniques. En effet, ils inventèrent, outre le papier (i^er siècle après J.-C.) et l'alambic (ive siècle), la fonte (vers le ve siècle), la porcelaine (viie siècle), l'horlogerie mécanique (xiiie siècle) et, surtout, l'imprimerie/xylographie (viiie siècle), la poudre à canon (ixe siècle) et la boussole (xie siècle), inventions à propos desquelles le philosophe anglais Francis Bacon

disait au début du XVIIe siècle : « Ces trois [inventions] ont changé radicalement la face et l'état des choses, la première en littérature, la seconde dans l'art de la guerre, la troisième dans l'art de la navigation. »

Parvenus ainsi à incorporer à leur génie propre divers éléments des antiques cultures (persane, indienne, chinoise) et surtout l'impressionnant héritage culturel grec, les Arabes réussirent également l'exploit, durant tout le Moyen Âge, de faire progresser la science tout en contribuant parallèlement à l'essor intellectuel et scientifique du monde en général et de l'Occident en particulier. Celui-ci était alors à peine éveillé du long cauchemar dans lequel l'avaient plongé, depuis la chute de Rome au Ve siècle, les peuples barbares, plus portés à l'action violente et destructrice qu'au maniement des concepts et à la spéculation intellectuelle.

Les raisons d'une telle performance sont à rechercher dans la pratique islamique des premiers siècles, époque où l'on associait davantage religion et savoir et où l'on cultivait activement la science, se conformant en cela à des prescriptions religieuses explicitement formulées dans les deux sources fondamentales de la foi[5]. Par ailleurs, la non-institutionnalisation d'une interprétation orthodoxe et figée des sources de la foi, ainsi que l'absence d'une Église institutionnalisée avec magistère doctrinal permirent une compréhension assez large du donné religieux et favorisèrent la coexistence de différentes opinions (théologiques et philosophiques), créant ainsi les conditions favorables à la libération des aptitudes cognitives et du génie créatif de l'homme musulman. En outre, l'*ijtihād* ou effort de réflexion personnel sur la base des textes scripturaires, intensément pratiqué aux premiers siècles de l'islam, finit par être perçu comme une innovation louable, ce qui ouvrit la voie à la recherche scientifique et technique.

L'islam est une religion qui confère, dès le départ, un rang et un statut élevés – presque officiels – au savoir et aux savants, consacrant ainsi la nature sacrée de la connaissance ou *'ilm* (mot qui signifie « science » dans son sens le plus universel). Les sources de la foi islamique, Coran et *hadīth,* comportent de nombreuses invocations en faveur de la recherche du savoir en général et de la science en particulier. De nombreux passages coraniques incitent clairement à rechercher et à cultiver la connaissance – y compris celle de la nature – pour y trouver des preuves tangibles en faveur de la foi :

« Sont-ils égaux ceux qui savent et ceux qui ne savent pas ? » (39 ; 9)

« Nous avons créé toute chose avec mesure. » (54 ; 49)

« … certes, nous exposons les signes pour ceux qui savent. » (6 ; 97)

« Ces exemples sont cités aux gens ; ne les comprennent cependant que ceux qui savent. » (29 ; 43)

« Certes, dans la création des cieux et de la terre, et dans l'alternance de la nuit et du jour, il y a vraiment des signes pour les doués d'intelligence… » (3 ; 190)

« Demandez donc aux gens qui se rappellent, si vous ne savez pas (16 ; 473)

« … Dieu élèvera en grade ceux d'entre vous qui auront cru et ceux qui auront reçu le savoir… » (58 ; 11)

Le Prophète insista particulièrement sur l'importance du savoir, dont la quête est prescrite comme devoir religieux pour tout croyant dans des formules restées célèbres :

« Cherchez la science, fût-ce même en Chine […] ; la quête de la science est un devoir pour chaque musulman. »

« L'encre du savant est plus sacrée que le sang du martyr. »

« Qui abandonne son foyer pour se mettre en quête du savoir suit la voie de Dieu. »

« L'étude de la science a la valeur du jeûne, son enseignement, celle d'une prière. »

« Ô Dieu, je Te prie pour une science utile, un pain honnêtement gagné et un comportement qui Te soit agréable. »

« Les savants sont les héritiers des prophètes. »

« Le Jour du Jugement, trois catégories intercèdent auprès de Dieu en faveur des hommes : les prophètes d'abord, les savants ensuite et les martyrs enfin. »

Tous ces passages du Coran, les exhortations du Prophète et bien d'autres messages, furent compris des siècles durant comme l'invitation la plus légitime à rechercher le savoir – même en s'ouvrant aux cultures les plus diverses –, à répandre l'enseignement et à propager la connaissance. Certes, la science dont il est question dans les textes hiératiques est surtout la « science des choses religieuses », mais cette dernière, en islam, n'est pas fondamentalement différente de la science profane, tant que le dogme n'est pas mis en cause, car toute science est censée servir la gloire de Dieu, de même que toute sagesse est censée émaner de Dieu et renvoyer à Lui. Ces multiples exaltations de la quête du savoir et de la recherche expliquent largement le rôle fécondant de l'islam dès ses débuts et le renouveau culturel et scientifique qui, bien qu'accompagnant son expansion territoriale, se répandit avec un esprit de tolérance à peine concevable pour l'époque[6].

L'islam, loin d'être un facteur de blocage, apparaît plutôt comme un ferment pour le progrès scientifique. En effet, il incite l'homme à l'effort de dépassement et de créativité en l'engageant à faire usage de son intelligence pour comprendre la nature, l'expliquer, voire la maîtriser en vue de son propre accomplissement moral et matériel, tout en ayant le souci d'une recherche permanente de la vérité.

DU MÉCÉNAT DES CALIFES À L'ASSIMILATION DE LA SCIENCE ANTIQUE

Le remarquable essor de la science et la culture arabes à partir du IXe s./IIIe H. résulte sans doute d'un choix et d'une volonté politiques clairement affirmés par les premiers califes abbassides de Bagdad et umayyades de Cordoue, qui se traduisent par la fondation, à travers tout l'empire, d'importantes académies et de riches bibliothèques, parallèlement à la construction de centres d'études et de recherches, ainsi que d'hôpitaux et d'observatoires astronomiques bien dotés et équipés. Dans ces établissements, les savants et hommes de science sont largement appointés et jouissent de maints autres égards et faveurs, ce qui offre des conditions particulièrement motivantes pour la réflexion scientifique tout en concourant à l'émulation et à la professionnalisation des chercheurs.

À la science est donné ainsi un caractère d'institution dans les cités musulmanes médiévales, dont certaines deviennent de véritables foyers du savoir scientifique grâce à la protection et à l'appui de nombreux mécènes, dignitaires et riches particuliers. Ceux-ci organisent, en effet, des missions d'investigation et de collecte de manuscrits anciens – grecs en particulier – et soutiennent efficacement la traduction en arabe des ouvrages recueillis et toute autre activité liée à l'enseignement, à la recherche et à la diffusion des connaissances.

À cet égard, le remplacement en l'an 750/132 H. des Umayyades par les Abbassides à la tête de l'Empire musulman fut plus qu'un simple changement de dynastie : ce fut à la fois une véritable révolution dans l'histoire culturelle de l'islam et le point de départ de l'un des événements culturels les plus déterminants de l'histoire universelle, à travers le grand mouvement de traduction de l'héritage scientifique et philosophique de l'Antiquité qui en résultera quelques décennies plus tard. À ce propos, il nous semble utile de présenter brièvement les califes abbassides qui stimulèrent la science et œuvrèrent à son instauration et à son développement.

• ***Abū Ja'far Abd Allāh al-Mansūr*** (714/96 H. - 775/158 H.) fut le véritable instigateur du vaste mouvement d'acquisition et d'assimilation du savoir antique qui allait s'épanouir au IXe s./IIIe H. Il sollicita et reçut de l'Empire byzantin les premiers ouvrages scientifiques grecs, notamment les *Éléments* du géomètre Euclide (vers 315-255 avant J.-C.) et l'*Almageste* du mathématicien, astronome et géographe Claude Ptolémée (vers 90-170), qu'il fit traduire en arabe par l'astronome et traducteur Al-Hajjāj ibn Matar al-Hāsib (fin VIIIe s./IIe H., début IXe s./IIIe H.). C'est sous son règne que le célèbre prosateur Abū Mohammed Abd Allāh ibn al-Muqaffa (vers 714/96 H.-759/141 H.) traduisit les traités de logique d'Aristote (constituant le premier lexique arabe de logique) et diverses œuvres persanes ainsi que les fables indiennes de Bidpaï (à travers un texte pehlevi) sous le titre

Kalīla wa Dimna, qui jouiront par la suite d'une grande popularité : ses fables et apologues en sanskrit furent traduits dans presque toutes les langues. L'ouvrage est réputé avoir influencé en Europe le *Roman de Renart*, œuvre anonyme du XIIe siècle, puis l'écrivain italien Boccace (XIVe siècle) et enfin le fabuliste français La Fontaine (XVIIe siècle). Par ailleurs, pour avoir été soigné de la dyspepsie par Jurjīs ibn Jibrīl Bukhtishū, médecin-chef de l'hôpital de Jundishāpūr, le calife Abū Ja'far al-Mansūr invita celui-ci à rester auprès de lui et c'est ainsi que s'amorça, vers 765/148 H., le transfert des médecins de Jundishāpūr à Bagdad, ce qui allait beaucoup contribuer à l'émergence de la médecine arabe. En 773/156 H., il chargea l'astronome Mohammed ibn Ibrāhīm al-Fazārī (mort vers 800/184 H.) de traduire du sanskrit en arabe le *Mahāsiddhānta*, parvenu à Bagdad en même temps que d'autres écrits indiens. Cet ouvrage, traduit sous le titre *Traité du sindhind* et fondé sur l'œuvre de Brahmagupta[7] et les travaux d'Aryabhata[8], traite du calcul astronomique et surtout du système de numération décimale de position permettant, avec neuf signes numériques plus le zéro, d'exprimer n'importe quel nombre. Avidement étudié, cet ouvrage va permettre aux Arabes de disposer de données astronomiques et astrologiques, et surtout de se familiariser avec la numération indienne dont ils modifieront plus tard les anciens chiffres brāhmī.

• ***Hārūn al-Rashīd*** (766/149 H. - 809/193 H.) fut immortalisé par le célèbre recueil des contes des *Mille et Une Nuits*. Il était réputé pour l'intérêt très marqué qu'il ne cessa de porter au développement et à la propagation du savoir. Après la prise de la place forte d'Ankara sur l'Empire byzantin, il exigea, comme seule condition de paix, que lui fussent livrés tous les manuscrits grecs anciens et confia leur traduction en arabe à son médecin personnel, Abū Zākariyyā Yuhannā ibn Māsawayh, qui devint ainsi le premier grand traducteur d'ouvrages anciens de l'époque. Il fit construire le premier *bimāristān*[9] (établissement hospitalier) à Bagdad sur le modèle de celui de Jundishāpūr, qui exerça une influence décisive sur la médecine arabe. Enfin, ce calife eut des contacts avec l'empereur Tang de Chine et surtout avec Charlemagne, empereur d'Occident. Selon les chroniqueurs de l'époque, les tissus brodés d'or, l'impressionnante horloge résonnante et les somptueux cadeaux qu'il envoya à Aix-la-Chapelle firent sensation par leur splendeur.

• ***Abū'l-Abbās Abd Allāh al-Ma'mūn*** (786/170 H. - 833/218 H.) fut le grand et fervent promoteur de l'essor intellectuel et scientifique du monde musulman, qui fonda à Bagdad, vers 830/215 H., un célèbre établissement dénommé *Bayt al-Hikma* (Maison de la Sagesse). Celui-ci, dont l'activité essentielle au départ était la traduction en arabe des ouvrages anciens – grecs notamment –, devait exercer par la suite une influence considérable sur la transmission des sciences antiques et sur le développement de la pensée spéculative, scientifique et artistique arabe. Cette institution, héritière des traditions culturelles de l'hellénisme, mais aussi de la célèbre école de Jundishāpūr,

devint rapidement le point de rencontre des grands savants et érudits de l'époque, ainsi que de nombreux traducteurs, copistes et relieurs, tous appointés par le calife quelle que fût leur appartenance ethnique ou confessionnelle[10]. Véritable académie des sciences, elle comprenait une riche bibliothèque (qui compta jusqu'à près d'un million de volumes) et un observatoire qui permit aux astronomes arabes de dresser les fameuses « Tables ma'mūniques » ou « Tables vérifiées » en corrigeant celles de Ptolémée et d'établir la longueur de l'arc du méridien terrestre à 111 814 mètres (on l'évalue de nos jours à 110 938 mètres).

Le grand mérite d'Al-Ma'mūn fut d'avoir su donner, à travers sa fameuse académie de *Bayt al-Hikma*, une remarquable impulsion au mouvement d'études qui allait mettre à la portée des chercheurs arabes tout le corpus de la science et de la philosophie grecques. Cette institution fut le point de départ d'une exceptionnelle floraison intellectuelle à travers un réseau de bibliothèques, de centres culturels et de diverses institutions d'enseignement et de recherche : à son image, le calife fātimide Al-Hākim Bi Amr Allāh (vers 985/374 H.-1021/411 H.) créa au Caire, dans son propre palais, l'académie de *Dar al-Hikma* (Maison de la Sagesse), avec bibliothèque et observatoire annexes, où se regroupaient des savants de toutes spécialités que le calife entretenait royalement. À la même époque, à Cordoue, le calife umayyade Al-Hakam II (vers 915/302 H.-976/356 H.), bibliophile passionné, envoyait des émissaires dans tout le Moyen-Orient, en quête de manuscrits, et invitait à sa cour de nombreux savants qu'il comblait d'honneurs et de dons tout en mettant à leur disposition une bibliothèque comptant près de cinq cent mille volumes.

Afin d'asseoir et de consolider davantage leur politique scientifique et culturelle, les califes et les émirs fondèrent aux IXe s./IIIe H. et Xe s./IVe H. – en plus des académies, des bibliothèques et des observatoires astronomiques – des écoles de médecine rattachées à de véritables institutions hospitalières, des collèges et surtout des mosquées-universités, à la fois hauts lieux de prières et de savoir, telles que la célèbre Al-Azhar du Caire (à l'origine, semble-t-il, du port de la toge universitaire et de l'organisation de l'université en facultés), la Grande Mosquée de Cordoue[11], la Qarawiyyīn de Fès, la Zaytunā de Tunis et la Grande Mosquée de Kairouan (Qayrawān).

Toutefois, les universités et autres institutions d'enseignement ne se développèrent véritablement qu'à partir du XIe s./Ve H., surtout après que Nizām al-Mulk (1018/408 H.-1092/485 H.), vizir des sultans turcs seldjoukides Adud al-Dawla (Alp Arslān) et Jalāl al-Dīn (Malik Shāh), eut créé à Bagdad la première *madrasa* (littéralement « lieu d'étude ») appelée la *Nizāmiyya.*

Ce fut sous les premiers califes abbassides, entre le VIIIe s./IIe H. et le Xe s./IVe H., que la civilisation arabo-islamique parvint à son apogée : tandis

que des centres d'études et de recherches fleurissaient partout, que des progrès considérables étaient enregistrés dans tous les domaines de connaissance, particulièrement en mathématiques, en astronomie et en médecine, que les arts, la philosophie et les belles-lettres atteignaient leur plénitude, les sciences religieuses et juridiques culminaient, elles aussi, à des sommets rarement atteints depuis.

C'est à cette période que vécurent les grands compilateurs de *hadīth* (ou traditions relatives aux dires et actes du Prophète), tels les célèbres imams Mohammed ibn Ismā'īl al-Bukhārī (vers 810/195 H.-870/257 H.) et Muslim ibn al-Hajjāj al-Nayshābūrī (vers 816/201 H.-875/262 H.) dont les recueils, reconnus comme étant les plus authentiques et les plus autorisés[12], restent encore de nos jours les écrits les plus révérés, après le Coran, par les musulmans sunnites[13]. C'est à la même époque qu'apparurent les *madhāhib* ou grandes écoles juridiques sunnites d'interprétation de la Loi *(charī'a)* auxquelles on se réfère encore en matière de pratiques religieuses, comme celle des rites : l'école hanafite fondée par l'imam Abū Hanīfa al-Nu'mān (vers 700/81 H.-767/150 H.) ; l'école mālikite créée par l'imam Mālik ibn Anas (vers 715/97 H.-795/179 H.), l'école shāfi'īte instituée par l'imam Mohammed ibn Idrīs al-Shāfi'ī (vers 767/150 H.-820/205 H.) et enfin l'école hanbalite établie par l'imam Ahmed ibn Hanbal (vers 780/164 H.-855/241 H.).

À partir du IXe s./IIIe H. et plusieurs siècles durant, les Arabes furent incontestablement les dépositaires du savoir et les promoteurs de la connaissance : les œuvres scientifiques étaient écrites en arabe, langue internationale du savoir à l'époque. Langue de religion, l'arabe devint très rapidement langue unique de culture et de progrès scientifique et intellectuel, en fournissant l'outil conceptuel qui fut mis à profit par divers peuples pour édifier l'une des civilisations les plus brillantes et les plus fécondes de l'humanité.

DE L'APPROFONDISSEMENT DES ACQUIS À L'ESSOR DE LA SCIENCE ARABE

Quand on fait référence à la science arabe, il s'agit essentiellement de la science que véhiculait, entre le IXe s./IIIe H. et le XIVe s./VIIIe H., la langue arabe, langue d'expression, à l'époque, des savants et des lettrés, toutes origines et croyances confondues, et au moyen de laquelle la science s'unifia et s'internationalisa pour la première fois dans l'histoire.

Quant aux savants arabes, ils firent preuve d'une vive curiosité intellectuelle et d'un souci encyclopédique particulièrement marqué. Le modèle de l'esprit universel versé dans toutes les sciences devint le modèle du savant arabe qui était à la fois philosophe, mathématicien, astronome, physicien, naturaliste, médecin, géographe, historien, voire théologien, juriste, musicien ou poète : la connaissance devait viser à être encyclopédique pour mieux exalter l'unité de l'homme et de la Nature, à l'image de l'unicité de Dieu. La

recherche de la connaissance exclusive d'une branche particulière du savoir était considérée dès lors comme futile et même sacrilège, dans la mesure où elle constituait presque une atteinte à l'unité et à la cohérence globale du savoir, donc à l'idéal unificateur de la connaissance que l'islam, en particulier, prêchait et cherchait à répandre et à cristalliser. La pensée scientifique arabe, dans son moule classique, resta cependant très liée à la philosophie, et les grandes figures de la science, tels Al-Kindī, Al-Fārābī, Al-Bīrūnī, Ibn Bājja et surtout Ibn Sīnā (Avicenne) et Ibn Rushd (Averroès), furent également des savants-philosophes souvent largement influencés par la philosophie grecque– celle d'Aristote en particulier –, encore que repensée ou réajustée pour prendre en considération le donné religieux islamique et réorganiser le savoir en conséquence.

Si les savants arabes furent au départ des traducteurs, ils allèrent très rapidement au-delà de la simple traduction en faisant largement appel à leur esprit critique. Ils furent donc plus que de simples relais ou « chaînons entre l'hellénisme et la modernité » : s'ouvrant largement à l'héritage grec, ils surent le ressusciter, le féconder et le renouveler à partir de leur propre vision. Comme l'ont souligné très justement deux auteurs contemporains[14], « Les Arabes ont fait plus que transmettre la science : ils en ont réveillé le goût, ils l'ont cultivée ; ils ont exercé leur esprit critique et ont commencé à confronter les concepts grecs avec l'expérience […]. Ils ont mené une immense activité d'observations critiques où l'on peut voir à juste titre un prodigieux éveil de la raison scientifique. »

En effet, pour les Arabes, contrairement aux Anciens, *connaître* n'était plus simplement spéculer, contempler, méditer des pensées, mémoriser ou ressasser des connaissances ou des idées, c'était également et peut-être surtout *faire,* et, à cette fin, ils s'évertuaient inlassablement à « vérifier, remettre en cause, expérimenter, observer, repenser, décrire, identifier, mesurer, corriger, voire compléter et généraliser[15] ». L'un de leurs mérites fut de n'avoir pas considéré comme définitifs les acquis des cultures antérieures et, sans s'inféoder à quelque autorité que ce fût, de s'employer très tôt et systématiquement à vérifier tous les résultats, à rectifier toutes les erreurs ou imperfections décelées et à repartir ainsi sur des bases nouvelles et plus fermes. Ils se signalèrent, en outre, par un remarquable esprit de synthèse et surent associer la rigueur de systématisation de la science grecque au caractère concret, voire pratique, de la science orientale.

Ainsi, loin de se borner à sauver les œuvres anciennes de l'oubli, voire de la disparition, à les préserver puis à les transmettre à l'Occident, une fois mises à jour et méthodiquement ordonnées, les Arabes fondèrent la chimie et la physique appliquées, la géologie, la sociologie, et ils perfectionnèrent l'arithmétique, l'algèbre, la trigonométrie, l'astronomie, la médecine et la géographie. Outre leurs nombreuses autres découvertes et inventions majeures,

ils léguèrent à la postérité une méthode novatrice de recherche scientifique, qui contribua au prodigieux développement des connaissances et à l'essor de la science, notamment en Occident. Grâce à l'observation et à l'expérience associées à un effort de vérification sans précédent, les Arabes, à la différence des Grecs, s'employèrent à donner à leur science une approche essentiellement expérimentale, tout en cherchant à dissiper tout cloisonnement entre théorie et pratique, et ce, dans un souci de rationalité universelle. Leur intense activité créatrice permit, par ailleurs, les remarquables réalisations qui détermineront plus tard le grand mouvement de libération de l'esprit occidental à travers Albert le Grand, Roger Bacon, Jean Buridan, Léonard de Vinci et Galilée.

Les Arabes surent cultiver toutes les formes de connaissance, toutes les branches du savoir, et en particulier toutes les sciences, fondamentales et appliquées. Toutefois, c'est en philosophie, en mathématiques, en astronomie et en médecine que se développèrent surtout les sciences arabes, entraînant le renouveau de la science en Occident : les écrits arabes dans ces disciplines firent autorité des siècles durant et furent enseignés comme des classiques dans de nombreuses universités européennes.

Si le goût de la compilation et de la traduction permit aux Arabes d'arracher à l'oubli les richesses intellectuelles de l'Antiquité dont hériteront d'autres civilisations, la curiosité et l'avidité du savoir les poussèrent à étudier et assimiler les idées, découvertes et inventions antérieures avant de les approfondir, perfectionner et vulgariser par la suite. À cet égard, on ne peut que souscrire à l'affirmation sans équivoque de W. Montgomery Watt : « Les Arabes ont véritablement accompli de grandes choses dans le domaine scientifique ; ils ont enseigné l'usage des chiffres […] et furent ainsi les fondateurs de l'arithmétique de la vie quotidienne ; ils firent de l'algèbre une science exacte et lui donnèrent un développement considérable ; et ils posèrent les bases de la géométrie analytique ; ils furent sans contredit les véritables fondateurs de la trigonométrie plane et sphérique […]. En astronomie, ils firent un grand nombre d'observations précieuses. »

Il apparaît ainsi que les Arabes furent animés d'un véritable esprit scientifique caractérisé par la recherche de l'objectivité, la remise en question *a priori* des théories et doctrines des Anciens, le recours systématique à l'analyse, à la synthèse et à l'expérimentation. Pour George Sarton, « La conquête la plus importante du Moyen Âge est la connaissance de l'expérimentation, qu'il faut attribuer aux Arabes, à partir du XIIe siècle. »

Parmi les raisons cardinales qui présidèrent au prodigieux essor de la science arabe, il y eut, certes, un profond désir de savoir et une imagination fervente et fertile, mêlés à une rare ténacité et à une remarquable capacité d'adaptation et d'assimilation. Mais il y eut aussi le patronage des hommes de science, délibérément élevé en politique d'État, et, surtout, la création, par les pouvoirs publics, de véritables académies et institutions d'enseignement et

de recherches, cadre extraordinaire de développement scientifique et d'épanouissement de la recherche et de la création. Les premières grandes écoles et universités arabes (Bagdad, Damas, Cordoue, Le Caire, Tunis, Kairouan, Fès) virent le jour aux IXe et Xe siècles.

Ce faisant, les Arabes préparèrent véritablement la science moderne ; non seulement ils récupérèrent, conservèrent, enrichirent et transmirent la science antique, mais ils la transformèrent et la remodelèrent pour l'établir « sur des bases nouvelles avec un souffle et un dynamisme nouveaux[16] ». En somme, la science que les Arabes nous ont transmise est une science qu'ils vécurent intensément et à laquelle ils ouvrirent largement les possibilités d'un progrès continu.

DU RAYONNEMENT CULTUREL À L'APOGÉE DE LA CIVILISATION ARABE

Certes, les Arabes puisèrent largement dans la pensée antique, mais, inspirés par un profond désir de savoir et une imagination débordante alliés à une rare ténacité et à une remarquable capacité d'assimilation, ils réussirent à intégrer les différents apports et à élaborer, en peu de temps, une pensée originale. W. Montgomery Watt notait justement à ce propos : « Les Arabes ne se contentèrent pas de transmettre simplement la pensée grecque, ils en furent les authentiques continuateurs [...]. Lorsque vers 1100 les Européens s'intéressèrent sérieusement à la science et à la philosophie [arabes], ces disciplines avaient atteint leur apogée ; et les Européens durent apprendre tout ce qu'on pouvait alors apprendre, avant de pouvoir à leur tour progresser par eux-mêmes. ».

La culture arabo-musulmane brilla également d'un éclat tout particulier par ses arts littéraires et poétiques, comme l'atteste le célèbre ouvrage d'Abū'l-Faraj Alī ibn Ahmed al-Isfahānī (mort en 967/365 H.), *Kitāb al-aghāni* [Livre des chansons], véritable encyclopédie poétique et littéraire de la *Jāhiliyya* (période antéislamique) au Xe s./IVe H. À partir du Xe siècle déjà, le recueil de contes des *Mille et Une Nuits* (en arabe, *Alf Layla wa Layla*) devint le monument le plus populaire de la littérature arabe et, traduit ou adapté par la suite dans la quasi-totalité des langues du monde, il fit ainsi partie intégrante du patrimoine de l'humanité : les figures de légende telles que Shéhérazade, Alī Baba, Sindbad le Marin et Aladin sont universellement connues, voire familières à tous les esprits, et elles continuent jusqu'à nos jours à être une source inépuisable d'inspiration d'un Orient mythifié ou fantasmé.

En outre, les écrits littéraires arabes inspirèrent certains chefs-d'œuvre de la littérature occidentale : ainsi la *Risālat al-ghufrān* [Épître du pardon] du poète aveugle Abū'l-Alā Ahmed al-Ma'arrī (XIe s./Ve H.), qui décrit une visite dans le monde infernal, influença probablement le poète italien Dante

Alighieri (xive siècle) dans *La Divine Comédie*, tandis que le roman *Hayy ibn Yaqdhān* [Le Vivant fils du Vigilant] de l'écrivain et philosophe Abū Bakr ibn Tufayl (xiie s./vie H.) inspira à Daniel Defoe (xviiie siècle) son fameux *Robinson Crusoé*, et l'on pourrait citer bien d'autres exemples.

En matière de calcul arithmétique, les Arabes, perfectionnant la numération décimale indienne, élaborèrent les bases du calcul tel qu'il est pratiqué encore de nos jours. Toutefois, ils disposaient, en modifiant la graphie des symboles numériques indiens, de deux systèmes de numération : le système *ghubārī* universellement adopté sous le nom de « chiffres arabes » et le système utilisé en Orient sous le nom de « chiffres hindi ». Les chiffres *ghubār* furent introduits au xe siècle en Europe par le moine Gerbert d'Aurillac, de retour vers 969 d'un voyage en Espagne, d'où il rapporta aussi l'abaque et l'astrolabe. Ces chiffres arabes, supplantant progressivement en Occident les incommodes chiffres romains, assumèrent, dès le xvie siècle, un rôle fondamental dans le développement des sciences et des techniques, mais également dans l'extension du commerce et de l'industrie à l'échelle du monde.

Quant à la science et aux techniques arabes, elles-mêmes d'inspirations antiques diverses, l'intérêt que leur porta l'Occident médiéval pendant des siècles fut encore renforcé pendant la Renaissance par la résurgence de la pensée et des valeurs culturelles de l'Antiquité gréco-latine.

Dans le domaine de l'art et de l'architecture, les Arabes enrichirent la tradition antique, gréco-romaine notamment, en la modelant à leur goût, ce qui leur permit de réaliser de véritables chefs-d'œuvre. L'islam interdisant l'art figuratif et en particulier toute représentation de forme humaine, les artistes eurent recours à des dessins stylisés et à des motifs entrelacés d'une grande finesse géométrique, telles les fameuses arabesques dont ils ornèrent avec soin les monuments, les tissus, les tapis et les tapisseries. Certains de ces artistes accordèrent à la calligraphie une place de choix dans les beaux-arts décoratifs, tandis que d'autres accomplirent des prodiges d'imagination et d'habileté en vue du bien-être : jardins fleuris aux effluves de résines parfumées, fontaines jaillissantes, vaisselle précieuse d'argent et d'émail, etc.

Ainsi, la civilisation arabo-islamique, creuset durant des siècles de maintes civilisations ayant fleuri de l'Atlantique aux confins de la Chine, marqua d'une empreinte toute particulière l'histoire de l'humanité. Mais l'apport le plus significatif fut probablement l'unité culturelle des pays musulmans : jusqu'au xve siècle, « les idées et les livres voyageaient aisément, de Tunis à Tabrīz, et de Séville à Samarkand, grâce à l'œcuménisme de l'islam et à l'universalisme de la langue arabe[17] ». En outre, les savants arabes réussirent, pour la première fois dans l'histoire, à uniformiser et à internationaliser la science en lui conférant ce caractère d'universalité qui transcende les frontières politiques et les barrières linguistiques et qui lui est spécifique jusqu'à nos jours.

C'est donc un fait historique indéniable que la civilisation arabo-islamique contribua puissamment à féconder le passé et à préparer ainsi l'avenir. Elle transmit à l'Occident une culture dont elle assuma pleinement et longtemps la charge, et son influence s'exerça à travers de nombreuses œuvres qui, traduites en latin, marquèrent un tournant décisif dans la vision occidentale du monde. À cet égard, depuis l'avènement de la chrétienté jusqu'au XIe siècle, la plupart des érudits occidentaux, Aurelius Augustinus (saint Augustin)[18] et le moine anglais Bède le Vénérable (673-735), étaient davantage portés sur la théologie et « le salut de l'homme » que vers la recherche sur l'univers physique. Avant les Arabes, le philosophe et homme politique latin Boèce (480-524) et l'évêque et érudit Isidore de Séville (570-636) tentèrent de transmettre la culture grecque au monde occidental, sans succès. L'afflux soudain de connaissances nouvelles, à travers la transmission de la pensée grecque par les Arabes et la traduction en latin des ouvrages arabes, produisit la première renaissance de l'Occident, qui débuta au XIe siècle en Sicile pour s'affirmer au XIIe siècle à Tolède, avant de s'étendre à toute l'Europe.

Les traductions en latin des grandes œuvres grecques et arabes – parfois sous le patronage de souverains, tels Frédéric II de Hohenstaufen et Alphonse X le Sage, ou de dignitaires de l'Église – marquèrent profondément l'évolution de la pensée et du savoir européens et enclenchèrent le puissant mouvement intellectuel qui allait s'amplifier jusqu'à la Renaissance avant de s'épanouir au XVIIe siècle et d'entraîner par la suite le prodigieux essor scientifique et technique de l'Occident.

Ces traductions latines à partir de l'arabe furent l'œuvre de nombreux érudits occidentaux qui se rendirent en Espagne (Tolède et Séville) et en Sicile pour y recueillir sur place l'héritage intellectuel gréco-arabe. Parmi ces érudits, on peut citer : le Français Gerbert d'Aurillac (Xe siècle), qui introduisit en Europe les chiffres arabes et les méthodes de calcul s'y rapportant, le traducteur italien Constantin l'Africain (né à Carthage vers 1010, mort vers 1087), qui fut l'un des premiers à transmettre le savoir médical grec et arabe, le savant et philosophe anglais Adélard de Bath (vers 1070-1150), qui fut l'auteur de nombreuses traductions scientifiques, l'Italien Gérard de Crémone (1114-1187), qui traduisit quelque quatre-vingts ouvrages pour la plupart scientifiques, l'Espagnol Domingo Gonzalez (surnommé Gondisalvi), qui traduisit surtout des ouvrages philosophiques (vers la fin du XIIe siècle), et, enfin, l'Écossais Michael Scot (vers la fin du XIIe siècle), traducteur de nombreux ouvrages philosophiques et astronomiques.

Toutes ces œuvres traduites de l'arabe en latin furent accueillies avec intérêt par les universités européennes naissantes – notamment Paris, Oxford et Bologne –, qui jouèrent un grand rôle dans le recueil et la diffusion de ces nouvelles connaissances, lesquelles, en retour, leur permirent d'élargir leurs cursus dans maintes disciplines. C'est ainsi que furent enseignés dans les

facultés les sept arts libéraux : le *trivium* (grammaire, dialectique, rhétorique) et le *quadrivium* (arithmétique, géométrie, astronomie, musique) préparant à des études plus approfondies en théologie, droit, médecine.

En transmettant à l'Occident le système de numération, les mathématiques, l'astronomie, l'optique et la médecine, certains modes de pensée et toute une foule d'instruments perfectionnés, les Arabes lui permirent d'amorcer son renouveau intellectuel et d'être en mesure d'assumer à son tour, à travers ses propres découvertes et inventions, un rôle pilote dans l'épanouissement futur de la science et de la technique. Cette transmission à l'Occident médiéval de l'héritage gréco-arabe s'accentua aux XIIe et XIIIe siècles, grâce au grand courant de traduction des textes arabes en latin et en hébreu. Après quelques siècles d'assimilation et son génie propre aidant, l'Occident parvint à enrichir considérablement ce patrimoine, à se l'approprier et à le faire fructifier pratiquement seul à partir du XVIIe siècle. Dès lors, le transfert de la science et de la technologie changea de sens pour s'orienter presque exclusivement dans le sens Occident-Orient.

Cette époque de traductions fut également celle où certains souverains européens entretenaient des rapports étroits avec les savants arabes en hommage à leur compétence scientifique : on pourrait à ce propos citer le cas de Roger II de Sicile, qui convia à sa cour le célèbre géographe Al-Idrisī, et surtout celui de l'empereur germanique Frédéric II de Hohenstaufen, féru de philosophie, de mathématiques et d'astronomie, qui voua une grande admiration aux savants et penseurs de l'Orient avec lesquels il avait maints contacts et échanges.

Dès le début du XIIIe siècle, à l'écart de la scolastique[19], débutèrent véritablement les premières activités créatrices qui allaient accélérer le mouvement d'assimilation de la science gréco-arabe par l'Occident. La brillante épopée intellectuelle qui vit les plus subtiles déductions mathématiques côtoyer les plus fines vérifications expérimentales fut rendue possible grâce à une exceptionnelle profusion d'institutions et de cercles scientifiques, de bibliothèques et d'instruments de mesure et d'observation.

Il serait enfin injuste à l'égard des Arabes – peuple au goût inné pour la poésie et l'éloquence et servi en cela par une langue dont la richesse, la beauté et la perfection forcent l'admiration – de traiter des riches heures de leur pensée sans évoquer les noms des poètes restés inoubliables, tels Imru'al-Qays, poète de la *Jāhiliyya*, période de l'« Ignorance » précédant l'islam, Abū Nuwās (vers 757/139 H.-815/200 H.), Al-Mutanabbī (915/302 H.-965/354 H.), Abū Firās (932/320 H.-968/357 H.), Abū'l-Alā al-Ma'arrī (vers 973/362 H.-1058/450 H.), le grand poète arabe d'Espagne Ibn Zaydūn (1003/393 H.-1071/463 H.) et le plus grand poète soufi Ibn al-Fārid (vers 1183/578 H.-1234/631 H.). Bien que ces poètes et bien d'autres fussent des figures emblématiques de la culture arabe, ils ne sont pas concernés ici, le but

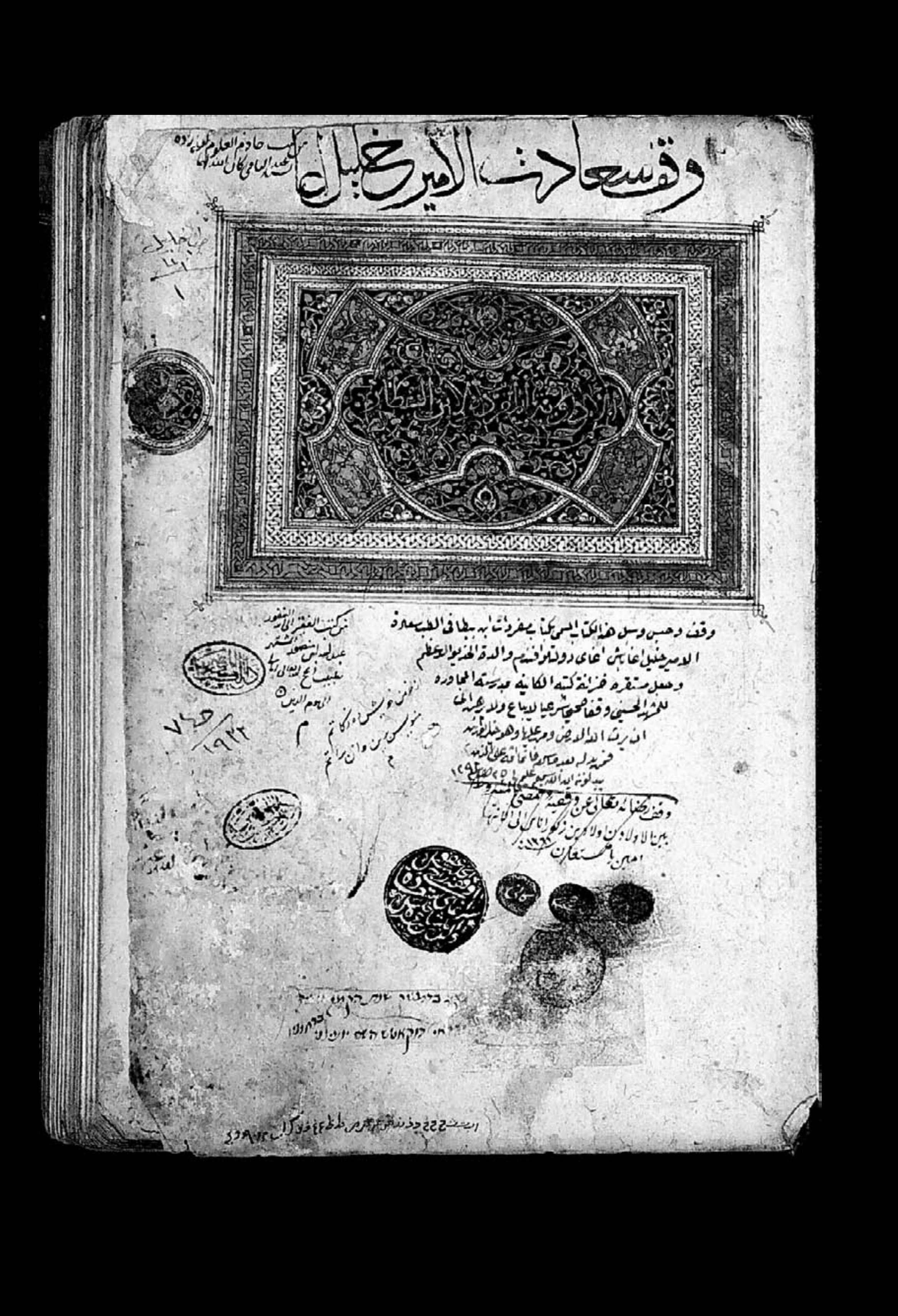
de cet ouvrage étant de mettre en lumière l'importance de la contribution arabo-musulmane à l'élaboration et à l'essor de la science rationnelle et universelle à travers l'œuvre des grands hommes auxquels on doit la prodigieuse aventure scientifique arabe.

Ce sont ces hommes qui, quel que soit leur domaine de compétence, furent étudiés et commentés en Orient et en Occident des siècles durant – devenant ainsi des classiques pratiquement jusqu'à l'avènement des temps modernes – que nous nous proposons de présenter au lecteur.

NOTES

1. Étymologiquement « soumission [à Dieu] ».
2. Abū Bakr (vers 572-634) et Umar ibn al-Khattāb (vers 582-644), beaux-pères du Prophète ; Uthmān ibn Affān (vers 576-656) et Alī ibn Abī Tālib (vers 600-661), gendres du Prophète.
3. L'écrivain Ernest Renan dit à ce propos : « Effacez les Arabes de l'histoire et la Renaissance sera reculée de plusieurs siècles. »
4. Ville du Khūzistān (sud de la Perse) où furent accueillis les savants nestoriens après leur expulsion d'Édesse, en 489, pour cause d'hérésie et les philosophes néoplatoniciens d'Athènes après la fermeture, en 529, de leur Académie pour cause de paganisme, par l'empereur byzantin Justinien Ier. Elle connut un grand essor intellectuel sous le règne du souverain sassanide Khosrô Anūsharwān (531-579).
5. Le Coran (Parole de Dieu incarnée dans un Livre révélé en arabe) et la Sunna (Tradition du Prophète constituée par la collection des *hadīth,* ou dires, faits et gestes du Prophète.
6. Les musulmans firent généralement preuve de tolérance envers les *Ahl al-Kitāb* (Les Gens du Livre), à savoir les juifs et les chrétiens, qui ne pouvaient pas être convertis de force (le Coran stipule qu'« il n'y a pas de contrainte en religion), mais pouvaient être des *dhimmi* (protégés).
7. Mathématicien et astronome (vers 598-665), connu pour son système de numération.
8. Mathématicien et astronome (vers 476-535) qui définit le sinus d'un arc, calcula avec précision le nombre π (pi) et affirma la rotation de la Terre.
9. Du persan *bīmār* (personne malade) et *stān* (lieu), mot souvent contracté en *māristān.*
10. Musulmans (les trois frères Banū Mūsā ibn Shakir), chrétiens (le nestorien Hunayn ibn Ishāq) et sabéens (Thābit ibn Qurra).
11. Sur le fronton de cette université figure l'inscription : « Le monde est soutenu par quatre colonnes : le savoir des sages, la justice des grands, la prière des justes et la valeur des braves ».

12. Plus quatre autres recueils : d'Abū Dāwūd al-Sijistānī (vers 817/202 H.-888/275 H.), de Mohammed ibn Isā al-Tirmidhī (vers 824/209 H.-892/279 H.), d'Abū Abd al-Rahmān al-Nasa'ī (vers 830/215 H.-915/303 H.) et de Mohammed ibn Māja al-Qazwīnī (v. 824/209 H.-886/273 H.).
13. Partisans du Coran et de la Sunna, considérés « loyalistes » ou « orthodoxes ».
14. Louis Massignon et Roger Arnaldez, « La science arabe », dans *Histoire générale des sciences*, tome I, Presses Universitaires de France, Paris,1957.
15. Georges Ifrah, *Histoire générale des chiffres*, Paris, Robert Laffont,1994.
16. René Taton, *Histoire générale des sciences*, Paris, PUF, 1966.
17. E. G. Browne, *Arabian medecine*, Cambridge, 1921 (cité par V. Monteil dans son ouvrage *Clefs pour la pensée arabe*, Seghers, Paris 1977).
18. Docteur de l'Église (354-430) ; sa doctrine alliant foi et raison (croire et comprendre ce qu'on croit) eut une grande influence.
19. Enseignement et méthode de spéculation philosophique et théologique propres au Moyen Âge qui, se fondant sur la logique formelle, le syllogisme et la doctrine aristotélicienne, cherchaient l'accord entre la raison et la révélation. La primauté était accordée à l'esprit, aux idées, et non à leur application.


وقف سعادت الامير خليل اغا
وقف وحبس وسبل هذا الكتاب المسمى بكتاب مفردات ابن بيطار
الامير خليل اغا باش اغاى دولتلو افندم والدة الخديو الاعظم
وجعل مستقره خزانة كتبه الكائنة بمدرسة المجاوره
للمشهد الحسيني وقفا صحيحا شرعيا لا يباع ولا يرهن الى
ان يرث الله الارض ومن عليها وهو خير الوارثين

Chapitre 2

LA TRANSMISSION DU SAVOIR ANTIQUE

L'acquisition de manuscrits anciens, grecs en particulier, fut la passion des califes, des vizirs et même de riches particuliers, qui envoyèrent en Grèce et dans toute l'Asie Mineure des émissaires chargés de leur collecte : ce fut là incontestablement une œuvre de sauvetage culturel d'une haute portée historique et universelle. Les ouvrages ainsi recueillis furent soigneusement conservés et systématiquement traduits en arabe par des équipes de traducteurs compétents et largement rétribués par de grands mécènes.

Sans cet important courant de traduction qui connut la même intensité et la même faveur que la collecte des ouvrages, les œuvres maîtresses des savants grecs – Platon, Aristote et Plotin en philosophie ; Euclide, Archimède, Apollonius de Perga, Ménélaüs et Diophante en mathématiques ; Hippocrate, Dioscoride et Galien en médecine ; Aristarque de Samos, Hipparque de Nicée et Claude Ptolémée en astronomie et en géographie ; Philon de Byzance et Héron d'Alexandrie en mécanique – seraient sans doute oubliées ou perdues à jamais, de même que celles de nombreux autres savants, tels les Indiens Aryabhata et Brahmagupta en mathématiques et en astronomie.

Ce mouvement de traduction eut pour effet de susciter un goût prononcé pour le savoir et un engouement pour la recherche, ce qui engendra une intense production scientifique mettant en application les principes légués par les Grecs mais enrichis de traditions diverses, indiennes et persanes notamment. Les ouvrages anciens, traduits, commentés, mis à jour, parcouraient les vastes contrées de l'empire : la culture scientifique, l'art médical et diverses techniques se répandaient ainsi partout.

Parallèlement naquirent et se développèrent de véritables institutions de transmission du savoir, d'élaboration et de diffusion d'idées et de connaissances nouvelles, tandis que, avec la prolifération de bibliothèques[20] et de centres d'études et de recherches, les grandes villes (Damas, Le Caire, Cordoue, Grenade, Fès, Kairouan, Boukhara, Ghaznī, Rayy, Samarkand, Ispahan…) allaient devenir, à l'instar de Bagdad, des foyers de rayonnement intellectuel et artistique de première importance.

La culture arabo-islamique réussit ainsi la remarquable prouesse d'accomplir les potentialités d'universalité demeurées à l'état latent dans la culture grecque, et ce, avec tous les caractères de la modernité. Les savants et chercheurs arabes de l'époque eurent en effet l'intuition – largement attestée de nos jours – qu'il n'y a pas de science sans communication, d'où les longs et pénibles voyages qu'ils entreprirent sur l'immense étendue de l'empire pour aller s'informer, apprendre, échanger des idées et des documents ou, simplement, pour élargir leur vision du monde : cette immense entreprise leur permit ainsi de disposer, pour la première fois dans l'histoire, d'un corpus scientifique unifié, rédigé dans une langue accessible à tous.

Les Arabes surent assimiler d'autres apports que grecs, en particulier l'apport indien avec la numération décimale de position utilisant dix symboles différents[21] – dont le fameux zéro – pour les dix chiffres dits arabes ou plus précisément indo-arabes. Dans cette numération, chaque chiffre prend une valeur différente selon la position qu'il occupe dans l'écriture d'un nombre et le zéro est aussi un chiffre servant à désigner le fait qu'un certain rang – par exemple celui des dizaines dans le nombre 205 – est vide (sinon le nombre en question vaudrait 25). Ce zéro fut salué comme l'une des plus grandes conquêtes de l'intelligence humaine, voire un véritable miracle de l'esprit humain, et on ne se représente pas toujours la hardiesse intellectuelle qu'il a fallu pour le concevoir à la fois comme chiffre et comme nombre.

Enfin, cette œuvre gigantesque de traduction bénéficia de la richesse de la langue arabe[22], langue de l'éloquence et de la rhétorique par excellence qui, par son exceptionnelle souplesse, permit d'opérer toutes les dérivations sémantiques possibles pour créer une terminologie appropriée à toutes les branches du savoir.

HUNAYN IBN ISHĀQ AL-'IBĀDĪ ET LA TRANSMISSION DU SAVOIR GREC

«Je ne commence à traduire que sur le texte grec critique que j'ai préalablement établi par la collation des différents manuscrits disponibles.»
Hunayn ibn Ishāq (vers 808-873).

«… [Hunayn ibn Ishāq], le plus important transmetteur de la science des anciens Grecs aux Arabes…»
G. Strohmaier[23]

«Plus une chose est difficile, plus elle exige art et vertu.»
Aristote de Stagire (384-322 avant J.-C.)

Traducteur, médecin et philosophe, Hunayn ibn Ishāq al-'Ibādī, le Johannitius Onan des Latins (né vers 808/192 H. à Al-Hīra, près de Kūfa, dans la région du moyen Euphrate, mort vers 873/260 H. à Bagdad), fut, sans conteste, le plus grand diffuseur de la pensée grecque dans le monde arabo-musulman.

Descendant des *'Ibād,* des Arabes chrétiens avant l'islam qui appartenaient à l'Église nestorienne[24] syrienne, Hunayn ibn Ishāq, dès sa jeunesse, connaissait l'arabe, le syriaque, le grec et vraisemblablement le persan. Plus tard, en s'installant à Bagdad, il traduisit de très nombreux ouvrages scientifiques et philosophiques grecs en arabe ou en syriaque.

Il mit sur pied, pour le seconder, une brillante équipe de traducteurs qui comprenait, entre autres, son fils Ishāq ibn Hunayn, son neveu Hubaysh ibn al-Hasan et son disciple Isā ibn Yahyā. Non seulement cette équipe donna une forte impulsion à l'essor de la science arabe en traduisant et en diffusant l'essentiel de la science grecque, mais elle contribua également, grâce à des techniques appropriées, à l'élaboration de toute une terminologie philosophique et scientifique arabe en évitant, autant que possible, les simples transcriptions. C'est grâce aux traductions sûres et claires d'Hippocrate[25] et de Galien[26], en particulier par cette école, que les médecins arabes purent assimiler rapidement la médecine grecque.

Hunayn ibn Ishāq commença à étudier la médecine à Jundishāpūr, puis à Bagdad, où il suivit l'enseignement du médecin de la cour et directeur de la célèbre académie de *Bayt al-Hikma*, Yuhannā ibn Māsawayh, qui l'encouragea à traduire des ouvrages grecs. Il fut un traducteur particulièrement fécond : on lui attribua un nombre considérable de traductions allant de la médecine, de la philosophie, de l'astronomie et des mathématiques aux sciences occultes (oniromancie, magie…).

Le calife Al-Mutawakkil, appréciant à sa juste valeur le mérite personnel de Hunayn ibn Ishāq, le nomma son médecin traitant puis en fit le directeur de *Bayt al-Hikma* à la mort de Yuhannā ibn Māsawayh en 857/243 H. Cette exceptionnelle et fulgurante promotion et sa position

de médecin en chef de la cour n'allèrent pas sans susciter bien des jalousies. C'est ainsi qu'il fut victime, un jour, d'une intrigue de ses confrères : le sachant iconoclaste irréductible et donc ennemi acharné du culte des images saintes, ils le poussèrent à cracher sur une icône lors d'une audience en présence du calife et du patriarche nestorien, ce qui provoqua l'indignation générale et la colère du calife. Il fut flagellé, mis en prison et privé de tous ses biens (y compris sa bibliothèque personnelle) avant d'être réhabilité, six mois plus tard, et rétabli dans ses fonctions, qu'il conserva jusqu'à sa mort.

Pour se procurer des documents, Hunayn ibn Ishāq n'hésitait pas à accompagner personnellement les missions chargées par le calife et d'autres grands mécènes de se rendre à Byzance, en Syrie ou en Égypte pour y chercher les ouvrages grecs anciens. Il parvint ainsi à se constituer une importante collection de manuscrits grecs qu'il s'employa, avec son équipe, à traduire en arabe de façon aussi scrupuleuse que magistrale. Il réalisa de la sorte un travail considérable de traduction d'œuvres grecques : certes, en tant que médecin, il traduisit surtout les ouvrages de médecine (Hippocrate, Galien et Dioscoride, les trois auteurs qui sont à la base de toute la science médicale grecque), mais il traduisit également d'autres ouvrages, notamment de Platon, d'Aristote et de Porphyre en philosophie, de Ménélaüs et d'Archimède en mathématiques et de Ptolémée en astronomie.

Hunayn ibn Ishāq entra dans la postérité comme étant le plus grand traducteur d'œuvres grecques, médicales en particulier, et leur transmetteur au monde arabo-musulman, et par-delà à l'humanité tout entière. Il traduisit à lui seul une centaine d'écrits de Galien, en arabe, en syriaque ou dans les deux langues comme il le précisa lui-même dans sa *Risāla [...] fī dhikr mā turjima mīn kutub Jālīnūs[...]* [Épître (...) pour le rappel de ce qui a été traduit des livres de Galien (...)]. Il traduisit, en outre, des ouvrages médicaux d'Hippocrate, de Dioscoride[27], d'Oribase[28] et de Paul d'Égine[29].

Dans cette même *Risāla,* Hunayn ibn Ishāq précisa ses méthodes philologiques dans l'exploitation des manuscrits grecs anciens : il s'employait à rassembler le plus grand nombre possible de ces manuscrits, les collationnait et les confrontait rigoureusement, afin d'avoir une base textuelle fiable. La pertinence de ses méthodes et sa maîtrise des techniques de traduction furent unanimement reconnues, même si certains critiques ont pu lui reprocher d'avoir cherché à éliminer toutes traces de paganisme dans les manuscrits – en remplaçant les dieux païens par Dieu, Ses anges et Ses prophètes – ce qui, sans compromettre la valeur scientifique de ses traductions, nuit à leur authenticité.

Hunayn ibn Ishāq traduisit, par ailleurs, plusieurs autres ouvrages philosophiques et religieux : *La République, Timée* de Platon, ainsi que *Les Catégories, Physique, De l'âme* d'Aristote, de même que l'Ancien

Testament dont la traduction fut particulièrement appréciée ; en mathématiques, *Sphériques* de Ménélaüs et, en astronomie, l'*Almageste* de Ptolémée.

Outre ses innombrables et remarquables traductions, il composa de nombreux traités originaux, pour la plupart sur des sujets médicaux, mais aussi philosophiques, scientifiques, linguistiques et religieux. On lui attribua même une chronique universelle (perdue) d'Adam au calife abbasside Al-Mutawakkil.

Ses ouvrages de médecine sont généralement des compendia ou des refontes de textes anciens, et bon nombre d'entre eux sont présentés sous forme de questions et réponses. Son principal traité dans le domaine est le *Kitāb al-masā'il fī'l-tibb* [Livre des questions sur la médecine], sorte de préparation à la médecine générale qui fut très populaire en Orient et suscita un grand nombre de commentaires. Son *Kitāb al-madkhal fī'l-tibb* [Livre d'introduction à la médecine] fut traduit plus tard en hébreu, puis en latin sous le titre *Ars parva Galieni*, et dans une autre version intitulée *Isagoge Johannitii*, ce qui lui assura la célébrité en Occident. Ce manuel d'initiation présente, sous une forme discursive, tous les problèmes fondamentaux de médecine générale, voire de pharmaceutique.

Quant à ses autres ouvrages médicaux, ils montrent tout l'intérêt que Hunayn ibn Ishāq accordait à l'ophtalmologie : le *Kitāb al-'ashr maqālāt fī'l-'ayn* [Livre des dix traités sur l'œil], ouvrage connu en plusieurs versions latines dont le *Liber de oculis* de Constantin l'Africain, et le *Kitāb al-masā'l fī'l-'ayn* [Livre des questions sur l'œil], ouvrage composé à l'intention de ses deux fils Dāwūd ibn Hunayn et Ishāq ibn Hunayn. Il fit faire des progrès sensibles à l'ophtalmologie : dans ses traités, les plus anciens connus et qui servirent longtemps d'ouvrages didactiques, il étudia l'anatomie et la physiologie de l'œil et découvrit nombre d'ophtalmies, leurs causes, leurs symptômes et leur traitement.

Parmi les nombreux manuscrits médicaux arabes que Constantin l'Africain introduisit en Europe et qu'il traduisit par la suite en latin, figuraient, outre les traités d'Hippocrate et de Galien traduits en arabe par Hunayn ibn Ishāq, les ouvrages personnels de ce dernier sur l'ophtalmologie.

Dans le domaine de la physique, Hunayn ibn Ishāq se référa notamment à Aristote dans un petit traité sur la nature incorporelle de la lumière, intitulé *Fī'l-daw wa haqīqatih* [Sur la lumière et sa réalité].

En philosophie, il composa ses célèbres *Nawādir al-falāsifa wa'l-hukamā* [Les Joyaux des philosophes et des sages], recueil d'aphorismes des anciens philosophes grecs, de Platon en particulier, qui fut souvent cité, en Orient comme en Occident, et dont ne sont conservés de nos jours que des extraits.

L'activité de Hunayn ibn Ishāq et de son école de traducteurs permit aux Arabes d'accéder à l'essentiel du savoir antique : les grands ouvrages grecs de philosophie, de logique, de mathématiques, d'astronomie, de physique, de

médecine, de pharmacologie, de botanique, de technologie mécanique furent désormais accessibles en arabe. Elle contribua, en outre, à la formation de tout un langage scientifique et philosophique arabe, et inventa, au besoin, de nombreux termes techniques, médicaux en particulier, qui passèrent dans l'usage courant. À cet égard, la plupart de ces traducteurs étaient eux-mêmes d'éminents savants qui surent, donc, enrichir la langue arabe de toutes les connaissances scientifiques et philosophiques grecques, mais aussi indiennes et persanes.

Outre ses remarquables talents de traducteur et de philologue, Hunayn ibn Ishāq fut un très grand médecin et l'une des figures de proue de la science arabe, à l'époque en plein essor, grâce à ses travaux originaux ; certains allèrent jusqu'à le considérer comme le père de la médecine arabe.

Dans son activité de traduction et de recherche, Hunayn ibn Ishāq eut plusieurs collaborateurs et disciples qui furent, eux-mêmes, d'éminents traducteurs et érudits. De nombreux médecins et savants eurent, en outre, à poursuivre ou à apporter de notables développements aux multiples travaux de Hunayn ibn Ishāq dont :

Abū Zakariyyā Yuhannā ibn Māsawayh

Célèbre médecin, le Mesue Senior ou le Janus Damascus des Latins (mort en 857/243 H. à Bagdad), connu surtout comme médecin à la cour des califes Hārūn al-Rashīd, Al-Ma'mūn et Al-Mutawakkil, mais aussi comme spécialiste de la pathologie, de la diététique et de la pharmacologie. Il dirigea[30] la fameuse académie *Bayt al-Hikma* et traduisit lui-même quelques ouvrages scientifiques grecs. Il composa de nombreux ouvrages, tous perdus dans leur version arabe sauf les *Nawādir al-tibbiyya* [Les Joyaux de la médecine], recueil d'aphorismes médicaux. Son œuvre conservée en latin, beaucoup plus vaste, connut un grand succès en Occident.

Abū Ya'qūb Ishāq ibn Hunayn

Traducteur d'ouvrages anciens de science et de philosophie (mort vers 910/298 H. à Bagdad), et aussi grand médecin, comme son père Hunayn ibn Ishāq. Il exerça à la cour des califes abbassides. Comme traducteur, il s'intéressa beaucoup plus à la philosophie, aux mathématiques et à l'astronomie qu'à la médecine. Il traduisit en arabe des textes des philosophes Platon, Aristote, Alexandre d'Aphrodise, Porphyre et Proclus, des mathématiciens Euclide[31], Archimède et Ménélaüs, et de l'astronome Ptolémée. Ses travaux personnels portèrent sur des sujets médicaux et pharmacologiques. Il composa un ouvrage intitulé *Ta'rīkh al-atibbā* [Histoire des médecins].

Hubaysh ibn al-Hasan al-Dimashqī

Traducteur en arabe d'ouvrages médicaux grecs, surtout à partir du syriaque, neveu de Hunayn ibn Ishāq. Sa vie est mal connue, mais on sait qu'il résida à la cour abbasside vers la fin du IXe s./IIIe H. Il traduisit surtout les œuvres de Galien et de Dioscoride. Il écrivit, en outre, quelques ouvrages médicaux, fondés sur des observations personnelles. Son *Kitāb al-adwiya al-mufrada* [Livre des remèdes simples] servira de référence à de nombreux pharmacologistes arabes.

Qustā ibn Lūqā al-Ba'albakī

Traducteur et savant d'origine grecque melkite (né vers 820 à Baalbeck, mort vers 912/300 H. en Arménie). Médecin, philosophe, mathématicien, physicien, astronome et musicien, il composa une trentaine d'ouvrages, dont le premier traité arabe connu sur le globe céleste et son *Kitāb fi'l-amal bi'l-kura al-nujūmiyya* [Livre sur l'utilisation du globe céleste], ainsi que des ouvrages de médecine traitant en particulier des maladies infectieuses, de la goutte, des fièvres, de la saignée et des questions de physiologie et de psychologie. Connaissant parfaitement le grec, le syriaque et l'arabe, il traduisit de nombreuses œuvres grecques en arabe, notamment celles des mathématiciens Archimède et Diophante, de l'astronome Aristarque de Samos, du mécanicien Héron d'Alexandrie, mais aussi les commentaires d'Alexandre d'Aphrodise et de Jean Philopon sur Aristote.

Alī ibn Isā al-Kahhāl

Le plus connu des oculistes arabes, le Jesu Haly des Latins (mort vers 1010/400 H.). Sa célèbre *Tadhkirat al-kahhālīn* [Aide-mémoire des oculistes], inspirée de Galien et de Hunayn ibn Ishāq, traduite en hébreu et plusieurs fois en latin, traite de l'anatomie de l'œil, de ses maladies internes et externes, ainsi que de leur traitement, avec une liste de près de cent cinquante remèdes simples. Il eut pour contemporain Abū'l-Qāsim Ammār ibn Alī al-Mawsilī, le Canumusali des Latins, un autre oculiste réputé qui vécut à la fin du Xe s./IVe H. et qui réussit à pratiquer l'opération radicale de la cataracte au moyen d'une fine aiguille métallique creuse de son invention. Le *Kitāb al-muntakhab fī ilāj al-'ayn* [Livre choisi sur le traitement de l'œil] d'Ammār ibn Alī et l'ouvrage précédent d'Alī ibn Isā firent autorité en Occident jusqu'au XVIIIe siècle.

NOTES

20. On recensa plus de cent bibliothèques publiques à Bagdad à la fin du IXe s./IIIe H.
21. Chaque symbole a une valeur de position liée à la place occupée (unités, dizaines, centaines…) dans une représentation chiffrée. Par exemple, 235, 253, 352, 523 ne représentent plus le même nombre.
22. Langue sémitique proche de l'hébreu, de l'araméen et du syriaque.
23. G. Strohmaier, *Ibn Ishāq Hunayn*, dans *Encyclopédie de l'islam*, Paris, Leyde, 1975.
24. Séparée de l'Église catholique pour suivre la doctrine de Nestorius (380-451), patriarche de Constantinople.
25. Le *Corpus hippocraticum* contient une soixantaine d'ouvrages attribués à Hippocrate, Hunayn ibn Ishāq ne traduisit que les *Aphorismes* sous le titre *Kitāb al-fusūl*.
26. Le corpus des œuvres de Galien contient plus de cent trente titres (y compris de nombreux commentaires élaborés sur Hippocrate), dont une centaine traduits par Hunayn ibn Ishāq.
27. Il révisa la traduction par Istafān ibn Bāsīl (Stephanus Basilius, IXe siècle), de la *Materia medica* de Dioscoride.
28. Médecin grec (IVe siècle) au service des empereurs romains.
29. Médecin et chirurgien byzantin (VIIe siècle) qui exerçait à Alexandrie.
30. Sous sa direction travaillèrent comme traducteurs Hunayn ibn Ishāq et Abū Sahl ibn Nawbakht.
31. Les *Éléments* furent traduits d'abord par l'astronome Al-Hajjāj ibn Matar al-Hāsib à partir d'une version syriaque.

Chapitre 3

LA PHILOSOPHIE

Les « sciences étrangères », traduites en arabe à la fin du VIIIe s./IIe H. et au début du IXe s./IIIe H., introduisirent dans la civilisation arabo-islamique, encore en gestation, une multitude de systèmes de pensée inconnus auparavant : philosophie grecque classique et hellénistique, néoplatonisme, gnose, hermétisme et divers courants d'origine persane ou indienne.

Bien qu'à l'origine le monde arabo-musulman n'eût pas de tradition philosophique propre, il sut néanmoins créer une brillante école philosophique – la *falsafa* (celui qui la pratique étant le *faylasūf,* au pluriel *falāsifa*) – puisant largement dans la philosophie grecque classique et hellénistique et traitant en outre du difficile problème des rapports de la raison et de la foi. Cette école de pensée, qui vit le jour au IXe siècle, fut illustrée par certains des plus éminents esprits arabes avant d'influencer le développement de la philosophie occidentale médiévale.

Les philosophes arabes – notamment Al-Kindī, Al-Fārābī, Ibn Sīnā (Avicenne) et Ibn Rushd (Averroès) – développèrent toutes les branches philosophiques transmises par les Grecs, en particulier la métaphysique, la logique, la philosophie naturelle (la « physique ») et l'éthique, tout en faisant preuve d'une pénétration de vue et d'une puissance de synthèse à tous égards remarquables.

À la suite d'Aristote, de Platon et de leurs interprètes néoplatoniciens[32] qui cherchèrent bien difficilement à les concilier, les philosophes arabes traitèrent du problème essentiel de la façon dont s'organisent les communications « entre Dieu intellect créateur et les créatures multiples, entre l'idée des choses et ces choses sensibles[33] », le passage se faisant par une série complexe d'émanations ou de processions.

Cette *falsafa,* plus ou moins tolérée au départ malgré ses origines païennes, fut par la suite violemment attaquée par les théologiens et les tenants du dogmatisme, qui la ressentirent comme fort éloignée de l'orthodoxie, voire antithétique à la foi : son élan fut alors arrêté dès le XIIe s./VIe H., toute démarche rationaliste devant se dissoudre dans la théologie, objet désormais de toute quête intellectuelle.

Les premiers philosophes, Al-Kindī en tête, furent rapidement suspects aux yeux de certains traditionalistes, car, puisant dans l'héritage païen grec, ils pouvaient constituer à terme une menace pour les croyances et les valeurs islamiques. En revanche, le pouvoir califal se montrait plutôt libéral envers ces philosophes, probablement parce qu'ils restaient avant tout musulmans et, au demeurant, plutôt proches de l'orthodoxie.

Toujours est-il que ces philosophes, tout en conservant les croyances islamiques telles que la création du monde et la résurrection des corps, adhéraient également à la pensée grecque, à travers notamment Platon et Aristote, dont les œuvres, et celles de leurs commentateurs, furent au centre de leurs réflexions pour avoir particulièrement mis l'accent sur le pouvoir de la raison.

Par ailleurs, dès l'avènement de la dynastie umayyade (fin du VIIe s./Ier H. et début du VIIIe s./IIe H.) apparurent, sur fond de controverses politico-religieuses, plusieurs tendances, et en particulier – s'agissant de situer la responsabilité de l'homme face à ses actes – le mouvement qadarite, partisan du libre arbitre et dont naîtra la première école rationaliste de l'islam, celle des mu'tazilites[34] dont le credo était : « La raison prime la donnée transmise. »

Ce courant de pensée apparu au début de la dynastie abbasside (fin VIIIe s./IIe H.) se présenta, au départ, comme défendant l'unicité absolue de Dieu *(tawhīd)* face au dualisme des mages zoroastriens et, donc, comme adversaire des *zanādiq* (singulier *zindiq*) ou « libres penseurs » qu'inspiraient le mazdéisme et le manichéisme. Se servant, pour défendre et fortifier la foi, des outils philosophiques grecs, les mu'tazilites en vinrent ainsi à appliquer la raison à la solution des problèmes philosophiques, démarche qui ouvrit la voie aux discussions philosophiques dans l'islam et qui aboutit à la naissance du *kalām* ou théologie dialectique. Signifiant littéralement « parole », ce terme désigne à la fois le « Logos divin » (*Kalām Allāh* ou « Parole de Dieu ») et la méthode scolastique de discussion qui avait cours entre les *ahl al-kalām* ou *mutakallimūn,* c'est-à-dire les divers théologiens de l'époque.

Après l'échec des mu'tazilites (leur démarche étant jugée peu orthodoxe à bien des égards) s'affirma alors un nouveau courant de pensée fondé par Abū'l-Hasan Alī al-Ash'arī (vers 874/260 H.-935/324 H.), un docteur de la foi, transfuge du mu'tazilisme et véritable initiateur de la théologie et de l'orthodoxie sunnite. Ce courant, qui inaugura une « voie moyenne » entre le *kalām* et le courant traditionaliste – notamment hanbalite – de l'époque, s'inscrivit contre de nombreuses thèses mu'tazilites, dont celles du Coran créé

et du libre arbitre humain. Affirmant le Coran (Parole éternelle de Dieu) incréé et l'absolue précellence de la Loi sur la raison et la négation du libre arbitre humain, le courant ash'arīte finira par dominer le *kalām* et se rallier tous les penseurs sunnites orthodoxes opposés au mu'tazilisme.

Enfin, aux XIIe s./VIe H. et XIIIe s./VIIe H., époque où les traductions de l'arabe en latin firent découvrir à l'Occident les œuvres majeures de la philosophie grecque, ces traductions furent accompagnées également de la traduction latine des grands philosophes arabes, dont les synthèses philosophico-théologiques exercèrent une grande influence[35] sur le Moyen Âge latin.

ABŪ YŪSUF YA'QŪB IBN ISHĀQ AL-KINDĪ ET LA PENSÉE PHILOSOPHIQUE

« Reconnais d'abord la vérité
et tu reconnaîtras ensuite les véridiques. »
Calife Alī ibn Abī Tālib (vers 600-661)

« Nous ne devons pas avoir honte d'admirer la vérité
et de l'accueillir d'où qu'elle vienne [...]
la vérité n'est jamais vile ; elle ne diminue jamais
qui la dit, ni qui la reçoit... »
Abū Yūsuf al-Kindī (vers 801-873)

« Toute la dignité de l'homme est en la pensée. »
Blaise Pascal (1623-1662)

Philosophe et savant, Abū Yūsuf Ya'qūb ibn Ishāq al-Kindī, connu surtout sous le nom d'Al-Kindī et par les auteurs latins médiévaux sous le nom d'Alkindus (né vers 801/185 H. à Kūfa, en Iraq, mort vers 873/260 H. à Bagdad), est considéré généralement comme l'un des penseurs arabo-musulmans les plus originaux et les plus féconds.

Aristocrate fortuné (sa famille descendait des souverains de l'antique tribu sud-arabique ou yéménite de Kinda et son père fut gouverneur de Kūfa), Al-Kindī jouit de la faveur des califes Al-Ma'mūn et Al-Mu'tasim, favorables aux thèses mu'tazilites, mais il tomba en disgrâce en 847/233 H. avec le calife Al-Mutawakkil, violemment opposé à ces thèses : sa riche bibliothèque fut confisquée des années durant et ne lui fut rendue que quelque temps avant sa mort.

Surnommé en Occident, où il jouit d'un prestige immense, le « philosophe des Arabes », Al-Kindī fut, certes, le premier des grands philosophes hellénisants de langue arabe ou *falāsifa,* mais également un savant prodigieux doté d'une culture proprement encyclopédique.

Cet esprit universel, grande figure du savoir que le mathématicien, médecin et philosophe italien Gerolamo Cardano (XVIe siècle) classa

parmi les douze figures intellectuelles d'avant la Renaissance, avait pour credo de rechercher l'harmonie existant entre foi et raison. Il poursuivit cette recherche à travers ses nombreux traités philosophiques dont certains furent traduits en latin au Moyen Âge, tel que *De intellectu* (*Fī'l-'aql* [Sur l'intellect]), inspiré du traité *De l'âme,* d'Aristote, qui eut « une importance particulière pour la gnoséologie de ses successeurs[36] », tant musulmans que chrétiens.

Comme Platon, Al-Kindī considérait que l'on ne peut comprendre et dominer la philosophie sans la connaissance préalable des mathématiques, d'où la valeur réelle et profonde qu'il accordait à la raison après la vérité révélée, tout en enseignant de chercher à acquérir le vrai d'où qu'il vienne.

Al-Kindī définissait la philosophie comme la « connaissance de la réalité des choses selon les capacités humaines[37] » et professait qu'il existe une vérité suprême et universelle, accessible à la raison éclairée par la foi, car pour lui comme pour saint Augustin « la foi précède, la raison suit ». À ce propos, il fut le premier philosophe dans le monde arabo-musulman à aborder la délicate question touchant les relations de l'homme avec Dieu et à chercher à intégrer la philosophie grecque – à travers notamment Socrate, Platon, Aristote et Plotin – à la vision islamique du monde[38]. À cette fin, il encourageait l'étude de la philosophie et œuvrait en faveur d'un accès complet à la sagesse philosophique et scientifique accumulée par l'Antiquité. Il exaltait particulièrement la culture scientifique, tout en mettant en garde contre la seule lecture des textes et donc la seule connaissance livresque, qu'il jugeait insuffisante, voire pernicieuse, dans la quête d'un savoir véritable, car, pour lui, « ce dont on ignore les principes, les causes et les raisons, il faut désespérer d'en saisir la vérité scientifique » ; aussi recommandait-il de « suivre les voies de la nature pour la comprendre[39] ». Il vécut dans une époque de grande effervescence intellectuelle marquée par le mouvement de traduction des œuvres anciennes, grecques en particulier, et par les controverses passionnées autour du mu'tazilisme – doctrine islamique faisant appel à la raison ou *'aql* comme source de connaissance religieuse –, dont il partageait certaines vues.

Al-Kindī adhéra résolument au grand mouvement de traduction des manuscrits anciens et engagea des traducteurs pour son propre compte : c'est ainsi qu'il fit traduire la *Métaphysique* d'Aristote, la *Théologie* dite d'Aristote (en fait une glose des *Ennéades* de Plotin par Porphyre) et la *Géographie* de Ptolémée. Il connut donc la philosophie grecque à travers les nombreuses traductions en arabe qui en étaient faites à son époque – notamment à l'académie *Bayt al-Hikma* fondée par Al-Ma'mūn – et fut le promoteur de la tradition philosophique qui entreprit d'étudier Platon et Aristote comme mutuellement complémentaires[40].

Les premiers *falāsifa,* au IXe s./IIIe H., s'inspirant des grandes œuvres philosophiques grecques, partaient du principe qu'une seule vérité pouvant

exister, celle révélée et celle résultant de la raison devaient alors être identiques ; aussi s'employèrent-ils à accorder philosophie et religion. Al-Kindī, l'un de ces premiers philosophes, exprima clairement ce principe en ces termes : « Nous ne devons pas avoir honte d'admirer la vérité et de l'accueillir d'où qu'elle vienne, même si elle nous vient de générations antérieures et de peuples étrangers, car il n'y a rien de plus important pour celui qui cherche la vérité, et la vérité n'est jamais vile ; elle ne diminue jamais qui la dit, ni qui la reçoit. Personne n'est avili par la vérité ; au contraire, on est ennobli par elle. » Ou encore : « Mon principe consiste, en un premier temps, à transcrire en totalité ce que les Anciens nous ont laissé sur le sujet ; en second lieu, à compléter ce qu'ils n'ont pas pleinement exprimé, et cela en fonction de l'usage de notre langue arabe, des mœurs de notre temps et de nos propres capacités. » Al-Kindī tenta ainsi de jeter les bases de la philosophie islamique dans la voie d'un accord entre les doctrines musulmanes et les idées maîtresses de la philosophie grecque, notamment dans sa version néoplatonicienne.

La *falsafa* ou « philosophie hellénistique de l'islam » reste, malgré tout, inséparable à cette époque du *kalām* ou « apologie défensive de l'islam », voire du *tasawwuf,* c'est-à-dire du soufisme[41] ou « mystique musulmane ». Al-Kindī, tout en entretenant des relations avec les mu'tazilites (dialecticiens du *kalām*), ne partageait pas toutes leurs vues, son propos étant tout autre, car guidé par le sentiment d'un accord fondamental entre la recherche philosophique et la révélation prophétique. Un penseur contemporain a pu noter justement à ce sujet : « Les liens du mu'tazilisme avec la *falsafa* ou, si l'on veut, l'impact de celle-ci sur la pensée arabo-islamique, apparaissent dans l'œuvre considérable du premier grand philosophe arabe : Al-Kindī. Il se distingue des autres *falāsifa* par son affirmation explicite de la création *ex nihilo* du monde et de la résurrection des corps. Il prend volontiers en charge le donné révélé et recourt à la méthode exégétique des mu'tazilites. Il se sépare, cependant, de ces derniers sur un point décisif : pour lui, la philosophie n'est pas seulement le cadre d'une dialectique pour défendre la Révélation coranique contre ses divers opposants ; elle est une discipline irremplaçable de l'intelligence humaine en quête de Vérité, cette même Vérité que le Prophète, détenteur de "la science divine", révèle en un langage simple, accessible à tous[42]. »

Al-Kindī était persuadé que des doctrines telles que la création du monde *ex nihilo,* la résurrection des corps, mais aussi la prophétie, ne peuvent être appréhendées par la dialectique rationnelle. Aussi sa philosophie fait-elle une distinction nette entre science humaine *('ilm insānī)* et science divine *('ilm ilāhī).* C'est ainsi qu'il alla jusqu'à proposer une interprétation allégorique du Coran ou *ta'wīl* comme solution à des problèmes philosophiques essentiels, tout en admettant que l'antinomie ou conflit dialectique est inhérente à la métaphysique (une contradiction apparue sur un plan pouvant cependant être résolue sur l'autre plan).

Al-Kindī écrivit un nombre considérable d'ouvrages, environ deux cent cinquante, dont à peine ciquante nous sont parvenus, se rapportant à la philosophie et à la presque totalité des sciences, y compris l'astrologie mais à l'exception de l'alchimie, qu'il rejetait sans appel. Bien qu'adoptant les principes et les acquis de la science grecque, il développa néanmoins une réflexion personnelle et originale dans tous ses traités scientifiques, portant en particulier sur l'optique, l'astronomie[43], la météorologie et la pharmacologie.

En philosophie, pour autant que l'on puisse appréhender sa pensée avec certitude en se fondant sur les quelques écrits conservés de nos jours, sa position générale s'exprime dans l'introduction de son célèbre *Kitāb al-falsafa al-ūlā* ([Livre de la philosophie première] ou [Livre de la métaphysique]), ouvrage dédié au calife Al-Mu'tasim (mort en 842/227 H.). Outre quelques définitions et concepts tirés de la philosophie grecque (théorie des causes, forme et matière, science de l'être…), on y trouve un véritable manifeste en faveur de la philosophie, le but du philosophe étant de connaître le vrai dans toute sa dimension historique et d'agir selon le vrai. S'inspirant largement de la *Métaphysique* d'Aristote, Al-Kindī évoqua dans cet ouvrage l'accumulation progressive et séculaire des connaissances vraies grâce aux efforts continus des philosophes, auxquels il rendit hommage pour la rigueur logique de leur pensée, et justifia l'attitude philosophique par le fait qu'il fallait « acquérir le vrai d'où qu'il vienne » et s'employer, à son tour, à affiner davantage l'apport des philosophes.

Al-Kindī critiqua sans ménagement les adversaires de la philosophie qui l'attaquèrent au nom de la religion. Il considérait les docteurs de la Loi *(fuqahā)* rigoristes « comme ceux qui se sont éloignés du Vrai » et hostiles à la philosophie « par crainte de se voir retirer les offices qu'ils usurpent sans nullement les mériter […] et, pour faire commerce de religion, qui n'ont pas de religion ». Pour lui, la philosophie, incluant la théologie, l'éthique et les sciences, est « le plus haut et le plus noble des arts humains, science des choses en leur vérité autant que l'homme en est capable », et il alla jusqu'à lui trouver des affinités avec ce que les prophètes ont apporté, à savoir la science de l'unicité et de la souveraineté divines, la science de la vertu et de la conduite à suivre. Al-Kindī proposa alors, tout en affirmant son respect et sa reconnaissance du message prophétique, une orientation intellectuelle aux antipodes de celle des traditionalistes puisque, pour lui, le savoir peut venir de partout et qu'en plus il est appelé à se développer. Il chercha à accorder philosophie et religion par leur contenu à travers une classification des sciences : les mathématiques (arithmétique, géométrie, astronomie, musique ou harmonie), la logique, la physique, la métaphysique et la morale, les autres sciences dérivant de celles-là. Dans sa *Risāla fī kammiyya kutub Aristū* [Épître sur le nombre des livres d'Aristote], il compara la science humaine *('ilm insānī)* et la science divine *('ilm ilāhī)* : alors que la première est acquise après de longs efforts et une patiente et laborieuse assimilation, Dieu inspire directement aux prophètes un savoir

synthétique, condensé mais dense, dont le sens ne peut être explicité par le philosophe qu'au prix de développements poussés et complexes. Aussi, bien que considérant la science divine comme infiniment supérieure à la science humaine, Al-Kindī estimait néanmoins que cette dernière était à même d'arriver à la vérité, une vérité rationnelle et démonstrative.

Dans ses écrits philosophiques, Al-Kindī se référait explicitement à Platon et surtout à Aristote, et s'inspirait également des œuvres du philosophe stoïcien Épictète et de celles de nombreux philosophes néoplatoniciens dont Plotin, Proclus et Jean Philopon. C'est ainsi qu'il emprunta à la tradition aristotélicienne un certain nombre de concepts (les quatre causes[44], les modes du changement, etc.) et de thèses (finitude du monde, impossibilité d'un infini corporel en acte[45], mécanisme de la connaissance intellectuelle, etc.) ; à la tradition platonicienne, des spéculations sur l'âme dans ses rapports avec le corps et avec la lumière divine, et sur sa montée jusqu'au-delà du ciel. Toutefois, Al-Kindī rompait avec les penseurs grecs dès que leurs vues s'opposaient à la révélation coranique, notamment à propos de la création et de l'éternité, tout en demeurant attentif aux convergences qu'il relevait ou qu'il ménageait entre certaines spéculations philosophiques et certains articles de la foi islamique, voire certaines thèses mu'tazilites.

Pour Al-Kindī, Dieu est le Vrai, l'Unique, le Créateur, tout à la fois Vérité révélée et rationnelle. Quant à l'homme, c'est un composé d'âme et de corps. En s'incarnant, l'âme acquiert les qualités qui font de son « intellect » un intellect en acte, allant de la connaissance immédiate à l'appréhension des réalités intemporelles.

Ainsi, la *Philosophie première* d'Al-Kindī, après des développements sur l'un et le multiple où l'on pressent Proclus, s'achève par une sorte de *tawḥīd* philosophique et la critique de ceux qui prêtent à Dieu des attributs *(sifāt)* Le mettant de la sorte en comparaison avec Sa créature et tendant par conséquent à compromettre Son unicité. Démontrant alors que Dieu est Un, Al-Kindī énumère tout ce qu'il faut donc en nier : la matière, la forme, le genre, l'espèce, l'intellect, tous des termes issus de la philosophie grecque.

L'Occident médiéval connaissait une version latine d'un traité d'Al-Kindī intitulé *De intellectu* [De l'intellect], qui exerça une grande influence. L'idée fondamentale d'Al-Kindī s'inspirait étroitement d'Aristote, à savoir que tout dans la nature procède de Dieu, se manifestant comme *Intellect agent*. En effet, pour Aristote, la connaissance de l'objet s'exprime par sa définition et par sa quiddité (qualité essentielle donnée par la définition). L'intellect qui est dans l'âme étant un être capable de penser les quiddités des objets est donc un être en puissance, ne peut se transformer, devenir un être en acte et connaître les quiddités de ces objets. Il existe un intellect perpétuellement en acte – l'Intellect divin ou l'*Intellect agent* – pouvant transformer tout intellect en puissance en intellect en acte.

Vivant avant la rupture entre le *kalām* et la *falsafa,* Al-Kindī a pu parfois être considéré à la fois comme docteur en *kalām* et *faylasūf*; quoi qu'il en soit, il fut le premier penseur à dépasser la spéculation scolastique pour s'engager résolument dans la méditation purement philosophique.

Quant à l'œuvre scientifique d'Al-Kindī, elle répondait aux mêmes préoccupations que son œuvre philosophique : dans un cas comme dans l'autre, il s'agissait de reprendre et de développer les travaux des Anciens. C'est ainsi qu'il écrivit des courts traités sur Euclide, Archimède, Ptolémée, mais aussi sur la médecine hippocratique. Il puisa également dans les sources persanes et indiennes, en particulier pour tout ce qui touchait aux remèdes.

Les travaux scientifiques originaux d'Al-Kindī se rapportèrent notamment à l'optique et à la pharmacologie. Son traité sur l'optique, *Risāla fī ikhtilāf al-manāzir,* connu seulement en latin par la traduction de Gérard de Crémone sous le titre *Liber de causis diversitatum aspectus* (ou *De aspectibus)*, s'inspire d'Euclide tout en s'en écartant sur bien des points : la propagation rectiligne de la lumière qu'Euclide postule et qu'Al-Kindī démontre ; une théorie de la vision qui en fait un éclairement, par l'œil, de l'objet observé (thèse euclidienne également mais qu'Al-Kindī modifie en donnant trois dimensions aux rayons émis par l'œil alors que, pour Euclide, ces rayons étaient de simples lignes géométriques donc à une dimension) ; enfin une théorie des miroirs, dans laquelle il démontre l'égalité des angles formés par le rayon incident et le rayon réfléchi avec la normale au point d'incidence.

Dans son traité sur les miroirs ardents (réflexion convergente des rayons solaires sur les miroirs) intitulé *Kitāb al-marāyā al-muhriqa,* il reprend, mais en les affinant considérablement, les idées d'Anthémius de Tralles sur le sujet.

En mathématiques, dont il considérait l'étude comme préliminaire nécessaire à l'acquisition de tout autre savoir, il réalisa des travaux remarquables : en géométrie, il détermina les angles au moyen du compas et fit une étude relative aux « cinq corps platoniciens », c'est-à-dire aux seuls cinq polyèdres réguliers existants (le tétraèdre, le cube ou hexaèdre, l'octaèdre, le dodécaèdre et l'icosaèdre).

En physique, il détermina également les poids spécifiques de divers liquides et procéda même à des expériences sur la gravitation et la chute des corps, près de huit siècles avant Galilée et Newton.

En pharmacologie, Al-Kindī rédigea un traité consacré à la connaissance de l'intensité des médicaments composés *(Fī maʿrifat quwwat al-adwiya al-murakkaba)*, en reprenant également les écrits des Anciens, mais en les remaniant profondément : les Anciens ayant étudié les degrés des quatre qualités (chaud, froid, sec, humide) dans les médicaments simples, il s'agissait d'en faire autant pour les médicaments composés de médicaments simples. Al-Kindī tenta alors d'établir une relation mathématique entre les qualités des composants et l'effet du composé sur l'organisme.

En musicologie, il introduisit un nouveau système de notation musicale, une notation alphabétique à une octave, qui marqua un net progrès sur les méthodes d'Euclide et de Ptolémée.

En géographie, il rédigea des traités de géographie physique et, en particulier, une *Description des parties inhabitées de la Terre.*

En chimie appliquée, dans son traité *Kitāb al-kimiyā fī'l-itr wa'l-tas'īdāt* [Livre de la chimie du parfum et des distillations], Al-Kindī décrivit la distillation, procédé particulièrement important dans la technologie chimique de l'époque en raison de son utilisation à grande échelle dans la fabrication de nombreux produits, pharmaceutiques et cosmétiques notamment. Dans cet ouvrage, il proposa plus d'une centaine de méthodes et de formules pour la fabrication des parfums et décrivit, en outre, la manière d'extraire des huiles des graines de coton, de moutarde, etc., en vue de la préparation des huiles, graisses et cires dont l'industrie, à l'époque, était aussi florissante que celle de la parfumerie.

Al-Kindī composa, par ailleurs, divers traités sur la minéralogie dont son *Kitāb fī'l-jawāhir* [Livre sur les pierres précieuses], sur la météorologie, sur le fer et l'acier des armes, sur la construction des cadrans solaires et autres instruments astronomiques (l'astrolabe principalement) et sur maints autres sujets.

Concernant l'impact de cette immense production sur le développement ultérieur de la pensée en général, arabo-musulmane en particulier, nous pouvons dire que c'est par Al-Kindī, rompu aux doctrines de la pensée grecque à travers le grand mouvement de traduction de son époque, que la philosophie prit place dans la culture arabo-islamique. On lui doit, en outre, la première élaboration d'un lexique philosophique arabe et surtout un réexamen complet de la philosophie grecque à la lumière des enseignements de l'islam et avec la conviction d'un accord profond entre recherche philosophique et révélation prophétique : son œuvre, dans cette voie, fut poursuivie plus tard par Al-Fārābī.

Si Al-Kindī fut influencé par la *Théologie* dite d'Aristote, selon H. Corbin, il « le fut aussi par Alexandre d'Aphrodise, dont le commentaire sur le livre *De anima* [De l'âme] [d'Aristote] lui inspira, dans son propre traité *De intellectu* [*Fī'l-'aql*], la quadruple division de l'intellect qui devait avoir ensuite une influence considérable, poser bien des problèmes et recevoir des solutions diverses chez les philosophes musulmans comme chez les philosophes chrétiens ». L'influence d'Al-Kindī s'étendit de la sorte à plusieurs générations de philosophes, mais, sur l'échiquier de la philosophie islamique, il occupa une place bien déterminée : celle où l'on s'efforça d'unir à l'islam des éléments de la tradition grecque[46].

Aussi Al-Kindī fut-il essentiellement un philosophe, autant par la démarche de sa pensée que par l'influence qu'exercèrent sur lui certains

philosophes grecs, Aristote en particulier ; cette influence, pour lui, s'intègre à la perspective de l'islam, dont il considère les vérités comme autant de lueurs balisant la voie du philosophe. Certes, cette pensée est encore irrésolue, hésitante et n'atteint pas la fermeté d'analyse et surtout de synthèse qu'elle aura chez ses successeurs. Encore que certains des écrits d'Al-Kindī semblent bien préluder à un accord entre philosophie et Loi religieuse qui sauvegarderait entièrement les valeurs de la foi tout en ouvrant la voie à une philosophie musulmane proprement dite. L'Occident, quant à lui, connut d'Al-Kindī quelques ouvrages traduits en latin au Moyen Âge, dont *De quinque essentiis*, traitant des cinq essences (matière, forme, mouvement, espace, temps), et, surtout, *De intellectu*, dont l'impact fut considérable.

Al-Kindī eut de nombreux disciples, notamment en philosophie et en géographie dont :

Ahmed ibn al-Tayyib al-Sarakhsī

Le plus célèbre des disciples philosophiques d'Al-Kindī (vers 833/218 H.-899/286 H.), dont les œuvres, aujourd'hui perdues, sont connues à travers les nombreuses citations qui en furent faites. Al-Sarakhsī écrivit sur la philosophie stoïcienne et la religion des sabéens, mais aussi sur la géographie, la musique et l'astrologie. En géographie, il rédigea un *Kitāb al-masālik wa'l-mamālik* [Livre des routes et des royaumes], premier, selon certains biobibliographes, de plusieurs ouvrages portant le même titre.

Abū Zayd Ahmed ibn Sahl al-Balkhī

Philosophe et savant, particulièrement connu pour ses travaux géographiques (vers 850/236 H.-934/322 H.). Il écrivit aussi sur la philosophie – certains l'ont considéré comme un libre penseur –, l'astrologie, l'astronomie, la médecine, les sciences naturelles, et il rédigea un ouvrage d'exégèse coranique *(tafsīr).* L'intérêt d'Al-Balkhī se porta surtout sur la géographie, sous l'influence de son maître Al-Kindī, pour qui fut traduite spécialement la *Géographie* de Ptolémée. L'ouvrage majeur d'Ibn Sahl al-Balkhī, intitulé *Kitāb suwar al-aqālīm* ou *Taqwīm al-buldān* ([Livre des configurations des provinces] ou [Localisation des pays]), est généralement considéré comme le fondement des ouvrages géographiques ultérieurs.

ABŪ NASR MOHAMMED IBN TARKHĀN AL-FĀRĀBĪ ET LA LOGIQUE PHILOSOPHIQUE

« L'Intelligence agente est pour l'intellect possible
de l'homme ce que le soleil est pour l'œil,
lequel reste vision en puissance tant qu'il est dans les ténèbres. »
Abū Nasr al-Fārābī (vers 872-950)

« Personne n'a traité de l'agent causal, ni mis en évidence les raisons, le pourquoi.
C'est que la cause n'est point objet connaissable. »
Abū Bakr al-Rāzī (vers 865-925)

« Il faudrait pour le bonheur des États que les philosophes
fussent rois ou que les rois fussent philosophes. »
Platon d'Athènes (vers 428-348 avant J.-C.)

Philosophe et savant, Abū Nasr Mohammed ibn Tarkhān al-Fārābī, l'Alfarabius ou l'Avennasar des auteurs latins du Moyen Âge (né vers 872/259 H. à Wasīj, près de Fārāb, dans le Turkestan, mort vers 950/339 H. à Damas, en Syrie), fut, sans contredit, l'un des plus éminents et des plus célèbres philosophes et savants arabo-musulmans.

Dans sa jeunesse, à Bagdad, il reçut une bonne éducation religieuse et linguistique, et il étudia, en outre, la logique, la philosophie, la musique, les mathématiques et les sciences. Il parlait couramment plusieurs langues – dont l'arabe, le turc et le persan – et, d'après certains chroniqueurs, il était à même d'en comprendre plus d'une vingtaine !

Homme de culture encyclopédique, surnommé Al-Mu'allim al-Thānī (le Second Maître ou *Magister Secundus*), le Premier Maître ou *Magister Primus* étant Aristote, il fut également considéré comme le second maître péripatéticien après Al-Kindī, les autres maîtres étant, après lui, Abū Alī al-Husayn ibn Sīnā (Avicenne) et Abū'l-Walīd Mohammed ibn Rushd (Averroès). Il accorda une grande importance à la raison humaine et, prônant l'universalité de la vérité philosophique tout en mettant la philosophie au service de la vérité révélée, il chercha à adapter la philosophie grecque à la pensée islamique et à accorder les doctrines des deux sages, Aristote et Platon, se considérant comme disciple du premier pour la logique, la métaphysique et les sciences, et du second pour la philosophie politique.

Mystique vivant dans un milieu chiite, Al-Fārābī fut néanmoins un philosophe chez qui « l'influence de la pensée grecque est intégrée et repensée selon une problématique que renouvellent des valeurs de l'islam[48] », et dont l'œuvre témoigne d'une force de réflexion et d'analyse philosophique jamais atteinte auparavant, même chez Abū Yūsuf al-Kindī. Ce grand penseur et savant fut particulièrement admiré à son époque, et c'est ainsi que, après un long séjour à Bagdad, il fut appelé, vers 944/333 H., en Syrie auprès de l'émir

Alī Sayf al-Dawla[49] et vécut les dernières années de sa vie à Damas, entouré de respect et comblé d'honneurs.

L'œuvre immense d'Al-Fārābī, qui comporte plus d'une centaine d'ouvrages traitant essentiellement de métaphysique et de philosophie politique, exerça une grande influence sur son époque. Il fut également chimiste[47], mathématicien et musicologue ; dans ses études théoriques sur la musique, il manqua de peu la découverte des logarithmes qui sera l'œuvre, six siècles plus tard, du mathématicien écossais John Neper (1550-1617). On attribue à Al-Fārābī une œuvre encyclopédique sur la logique[50], la métaphysique, l'éthique, les mathématiques, les sciences et la musique. Ses commentaires savants portent sur des écrits de Platon (la *République* et les *Lois*) et surtout d'Aristote (*Organon, Physique, Métaphysique, Éthique à Nicomaque…* dont certains furent probablement commentés auparavant par les néoplatoniciens Porphyre ou Alexandre d'Aphrodise). Les commentaires d'Al-Fārābī aidèrent beaucoup Ibn Sīnā (Avicenne), son disciple, à comprendre Aristote, qu'il aurait lu précédemment une quarantaine de fois sans le saisir pleinement.

Ses monographies introductives portent sur divers thèmes : en logique, il composa *Tawti'a fī'l-mantiq* [Recommandation sur la logique] et *Paraphrases* sur des écrits d'Aristote et de Porphyre ; en physique, *Sur le vide* ; *Contre l'astrologie* et surtout *Fī'l-'aql* [Sur l'intellect]. Traduit en latin sous le titre *De intellectu*, cet ouvrage offre une fine analyse néoplatonicienne de la conception d'Aristote qui, venant après le *De intellectu* d'Al-Kindī, fut particulièrement étudiée au Moyen Âge. Dans ce livre, Al-Fārābī part de l'intellect tel que défini dans le *De anima* [De l'âme] d'Aristote et résout les difficultés apparues par un « intellect perpétuellement en acte qui, en se pensant lui-même, produit toutes les pensées[51] » en empruntant à la tradition néoplatonicienne sa fameuse théorie de la procession des intelligences séparées. En métaphysique, il rédigea *Fī'l-Wāhid wa'l-Wahda* [Sur l'Un et l'Unité] et *Sur la portée de la métaphysique d'Aristote,* tandis qu'en éthique et en politique il composa *Tanbīh alā sabīl al-sa'āda* [Rappel sur la voie du bonheur], *Fusūl al-madanī* [Aphorismes de l'homme d'État] et *Fī'l-milla al-fādila* [Sur la communauté religieuse parfaite].

Parmi les autres thèmes traités dans ses ouvrages méritent d'être mentionnés *Jawāb masā'il su'ila 'anhā* [Réponses à des questions] et surtout *Al-jam' bayna ra' yī'l-hakīmayn Aflātūn wa Aristūtālīs* [L'accord entre les idées[52] des deux sages : Platon et Aristote] ; ce dernier, l'un des plus célèbres, s'attachant à rapprocher les doctrines de Platon et d'Aristote dans une seule vision qui pût s'accorder avec la vérité révélée, se présenta comme l'un des tenants de la philosophie scolastique musulmane, établie par Al-Kindī et que poursuivront plus tard Ibn Bājja (Avempace), Abū Bakr ibn Tufayl (Abubacer) et Ibn Rushd (Averroès). Se basant, à la suite de certains philosophes grecs tardifs, sur l'identité de la pensée de Platon et d'Aristote, Al-Fārābī tenta de

les concilier en montrant que le second, disciple du premier, avait élaboré, à partir du monde des Idées de son maître, une construction intellectuelle se déployant jusqu'à la lisière du monde manifesté ou monde des choses.

Plusieurs de ses ouvrages traitent de la position suprême à accorder à la philosophie dans le domaine de la pensée ainsi que de l'organisation d'une société parfaite.

Dans le *Kitāb ihsā al-'ulūm* [Livre de l'énumération (ou de la classification) des sciences], traduit en latin par Gérard de Crémone sous le titre *De scientiis*, Al-Fārābī proposa une classification du savoir en six grandes branches : sciences du langage (linguistique, philologie, grammaire, poésie…) ; logique (s'inspirant surtout de l'*Isagoge* de Porphyre et de l'*Organon* d'Aristote) ; sciences propédeutiques (arithmétique, géométrie, perspective, astronomie, musique, mécanique, science des mesures et des instruments…) ; physique (toutes les sciences de la Nature ou sciences relatives aux corps naturels) ; métaphysique (la connaissance de Dieu et de l'essence des êtres) ; sciences de la société (politique, jurisprudence…). Cette classification[53], qui fut pratiquement adoptée par la plupart des grands penseurs arabo-musulmans, eut par ailleurs une grande influence sur la théorie de la classification des sciences dans la scolastique occidentale. Al-Fārābī fut le premier dans le monde musulman à établir une classification complète des sciences et du savoir – classification déterminante dans le système classique d'enseignement – et à en avoir défini les limites et les principes.

Le *Risāla fī arā ahl al-madīna al-fādila* [Épître sur les opinions des membres de la « Cité vertueuse »], traité de philosophie politique et morale d'une rare élévation d'esprit et d'une grande générosité d'âme, couronnement de tout le système[54] d'Al-Fārābī, se présente comme une réplique de la *République* de Platon. Cette Cité vertueuse qui embrasse toute la terre habitée par les hommes *(al-ma'mūra)* doit être administrée par un chef suprême possédant « une grande intelligence, une mémoire infaillible, l'éloquence, le goût de l'étude, la tempérance, l'élévation de l'âme, l'amour de la justice, l'obstination sans faiblesse et la fermeté dans l'accomplissement du bien[55] ». Toutefois cette cité parfaite – qu'il oppose à d'autres cités qualifiées d'ignorantes, d'immorales, de versatiles ou d'égarées – n'est pas une fin en soi, mais un moyen pour conduire les hommes vers une félicité supraterrestre. Dans *Fī tahsīl al-sa'āda* [Sur l'obtention du bonheur], Al-Fārābī écrivit : « Il est de la nature innée de l'homme de chercher la protection et le voisinage de ses semblables ; c'est en cela qu'on peut l'appeler animal "social" et "politique" [en grec le *zoon politikon* ou "animal politique"]. » Enfin, il composa plusieurs autres écrits tels que *Al-Siyāsa al-madaniyya* [Sur le gouvernement de la cité], S*ur la philosophie de Platon*, *Sur la philosophie d'Aristote.*

En se fondant sur les quelques titres mentionnés, on mesure la richesse et la profondeur de la pensée d'Al-Fārābī, mais, en même temps, la difficulté de l'exposer en quelques lignes ou de la circonscrire par rapport aux idées

de son temps. Toutefois, il semble se dégager de sa doctrine philosophique certaines idées majeures.

Sa thèse, d'inspiration péripatéticienne et découlant du problème général de la démarcation entre langage et pensée, pose une distinction logique, mais aussi métaphysique, entre l'essence et l'existence chez les êtres créés[56]. L'existence n'est plus un caractère constitutif de l'essence mais un attribut, plus précisément un prédicat de celle-ci ; à titre d'exemple, il n'est pas nécessaire de poser l'existence d'un cercle pour calculer sa circonférence ou sa surface : il suffit de connaître son essence, c'est-à-dire sa définition. Pour Al-Fārābī, confronté au problème philosophique de l'être et de la création telle que contenue dans le Coran, seul Dieu est l'Être nécessairement être, tous les êtres étant simplement possibles et ne devenant nécessaires que parce que leur existence est posée par l'Un nécessaire.

Sa théorie des Intellects ou des Intelligences séparées, empruntée à la tradition néoplatonicienne[57], est basée sur une idée dominante : la réalité de l'Un, l'Être de qui émane tout. De ce premier Être et Cause première – chez qui connaissance et création coïncident – procède par émanation *(fayd)* la première Intelligence possible par elle-même et nécessaire par un autre ; ainsi commence la procession *(sudūr)* des Intelligences hiérarchiques ou « causes secondes », engendrant à chaque niveau une triade d'une nouvelle Intelligence, d'une nouvelle Âme et d'un nouveau Ciel (ou « sphère céleste »), jusqu'à la dixième Intelligence, appelée Intelligence agente ou Intellect agent ou actif *(al-'aql al-fa'īl),* qu'Al-Fārābī illustre par une analogie plotinienne : « L'Intelligence agente est pour l'intellect possible de l'homme ce que le soleil est pour l'œil, lequel reste vision en puissance tant qu'il est dans les ténèbres. » Ce dernier Intellect, toujours en acte, est l'être spirituel le plus proche de l'homme et en dessous duquel se rangent les intellects de l'âme humaine – ou les modes selon lesquels l'Intellect agent s'appréhende lui-même –, à savoir : l'intellect en puissance ou capacité latente d'abstraire et de classer les formes ou quiddités de la matière, l'intellect en acte, ou réalisation effective de cette capacité, et l'intellect acquis qui en est le principe et que l'on peut définir comme la connaissance acquise par l'étude.

Enfin, sa théorie de la « Cité vertueuse » porte une empreinte grecque par son inspiration, mais répond surtout aux aspirations philosophiques et mystiques d'un penseur musulman. Ainsi, pour Al-Fārābī, l'Univers étant formé de plusieurs intelligences hiérarchisées émanant les unes des autres à partir d'une Intelligence première, la Cité terrestre doit s'inspirer de l'ordre supérieur qui règne dans l'Univers et être dirigée par un homme parfait qui, dans le cas de la Cité vertueuse, doit être un sage ou philosophe, voire un prophète, capable d'enseigner aux hommes les actions conduisant au bonheur et donc apte à développer les représentations religieuses. On retrouve dans la conception d'Al-Fārābī des rapports étroits entre religion et philosophie, lesquelles « ne diffèrent l'une de l'autre que par leur moyen d'expression : la

première recourt aux procédés dialectiques et rhétoriques, la seconde à la méthode démonstrative[58] ».

Si, pour Al-Kindī, il y a accord entre la philosophie et la prophétie, mais à l'avantage de cette dernière qui consiste en une révélation divine, pour Al-Fārābī, cet accord demeure, mais avec des termes[59] bien différents puisque le chef de la Cité traduit en symboles, en tant que prophète, les savoirs rationnels qu'en tant que philosophe il reçoit de l'Intellect agent. Aussi la meilleure expression de la vérité est-elle philosophique pour Al-Fārābī, chez qui la raison humaine l'emporte même sur la foi religieuse dans la recherche d'une voie réfléchie permettant « d'envisager la liberté du choix moral et de la vie parfaite[60] ».

Le milieu d'Al-Fārābī étant chiite, ismā'īlien en particulier, ses thèmes de l'intellect y furent facilement admis, de même qu'une vision du monde régie par un monisme émanatiste et une explication rationnelle de la révélation prophétique. Le sage ou philosophe pouvant accéder au même degré de connaissance intellectuelle que le prophète n'a donc plus à regarder celui-ci comme un guide de vérité, tout au moins en sa recherche philosophique. « Dès lors, la tentative de confrontation de la philosophie par la Loi religieuse esquissée par Al-Kindī cède le pas à une confrontation des deux modes de connaissance, également aptes à saisir le même objet. Et telle est bien l'origine de toutes les oppositions futures entre *falsafa* et islam officiel[61]. »

Si Al-Fārābī fut sans conteste l'un des plus grands philosophes arabo-musulmans, il fut également un savant dont les travaux, notamment en chimie, en mathématiques et en musique, contribuèrent dans une large mesure à asseoir sa réputation. Il consacra un ouvrage aux constructions géométriques : *Kitāb al-hiyal al-rūhāniya fī daqā'iq al-ashkāl al-handasiya* [Livre des procédés ingénieux sur la subtilité des figures géométriques].

Quant à la musique, bien que d'esprit contemplatif et se tenant à l'écart des mondanités, Al-Fārābī s'y intéressait et aimait participer aux concerts et autres séances musicales, étant lui-même un grand compositeur et un remarquable exécutant. Il fut, en plus, un éminent théoricien de la musique et rédigea un ouvrage monumental, *Kitāb al-mūsīqī al kabīr* [Grand Livre de la musique], traitant de la musique en rapport avec les mathématiques, qui fit autorité au Moyen Âge en matière de science musicale. Certaines de ses œuvres musicales sont appréciées encore de nos jours dans les milieux mystiques ou soufis.

Penseur universel, Al-Fārābī s'inscrit dans la lignée classique des grands *falāsifa* qui tentèrent d'opérer la jonction entre spiritualité et esprit scientifique, et dont l'influence fut considérable tant en Orient qu'en Occident.

Pour Al-Fārābī, vérité philosophique et vérité religieuse étant une seule et même chose, bien que formellement différentes, il fut le premier à bâtir tout un système philosophique sur un tel postulat. Ibn Sīnā et plus tard Ibn Rushd ne feront que le reprendre et l'approfondir dans la formulation de

cette idée, le premier dans une direction platonicienne et le second dans une direction plutôt aristotélicienne.

Dans certains de ses écrits, Al-Fārābī rechercha la connexion entre la morale, perçue comme la perfection atteinte par la connaissance intellectuelle, et les conditions sociales et politiques de l'homme. Traitant des rapports de la foi et de la raison, il estimait[62] que la religion avait pour mission de présenter à l'imagination des hommes ce que la philosophie obtenait par un savoir démonstratif et que c'est dans la science politique que culminent les activités liées à la pensée.

Plusieurs philosophes et savants contemporains ou successeurs d'Al-Fārābī et appartenant à plusieurs courants de pensée se sont distingués par leurs travaux dont :

Mohammed ibn Abd Allāh ibn Masarra

Philosophe andalou (né vers 883/269 H. à Cordoue, mort vers 931/319 H. à Cordoue également). Dans son *Kitāb al-tafsīra* [Livre de l'explication], il accorda une place importante à l'idée néoplatonicienne d'émanation à partir du Principe premier. Il dirigea une école de pensée fondée sur l'ésotérisme islamique et s'inspirant de la doctrine du philosophe grec Empédocle basée sur les principes d'harmonie et de désordre. Ibn Masarra fut accusé d'athéisme et dut s'exiler pour un certain temps. Le néoplatonisme développé par Al-Fārābī pénétra en Occident grâce à des penseurs andalous comme Ibn Masarra.

Abū Bishr Mattā ibn Yūnus

Philosophe et traducteur des œuvres d'Aristote et de ses commentateurs (mort vers 940/328 H.), qui passait, en son temps, pour être le plus célèbre logicien et le représentant le plus éminent de l'école aristotélicienne de Bagdad. Maître d'Al-Fārābī à qui il enseigna notamment la logique, il eut également comme disciple le philosophe Abū Sulaymān Mohammed ibn Tāhir al-Mantiqī, dont l'œuvre, comme celle d'Al-Fārābī, fut fortement teintée de néoplatonisme.

Abū'l-Hasan Mohammed ibn Yūsuf al-Amirī

Philosophe dont l'œuvre porte l'empreinte des idées d'Al-Fārābī (mort vers 992/381 H. à Nīshāpūr, dans le Khurāsān). Dans ses écrits, qui témoignent d'un intérêt marqué pour la religion et la morale philosophique, il chercha à concilier islam et philosophie, tout en prenant la défense des valeurs islamiques, notamment dans son *Kitāb al-I'lam bi manāqib al-Islam* [Livre informant des bienfaits de l'Islam]. Il enseignait, en bon platonicien[63], que « toute chose sensible est une ombre de l'intelligible… » et que « l'Intelligence est le calife de Dieu en ce monde ».

Ikhwān al-Safā' (Frères de la Pureté)

Groupe d'érudits formant une société de pensée semi-secrète, une sorte de franc-maçonnerie, vivant à Basra (Iraq) à la fin du xe s./ive H. Ils rédigèrent une encyclopédie en cinquante-deux « Épîtres », connue sous le nom de *Rasā'il Ikhwān al-Safā',* exposant d'une manière hétérodoxe, mais dans un style simple et accessible au grand public, la somme du savoir de l'époque. Ces écrits révèlent une étonnante ouverture d'esprit et une curiosité intellectuelle qui embrasse, dans une approche syncrétique, les connaissances antérieures (grecques, persanes, indiennes, arabes…) et diverses sources (musulmane, chrétienne, juive…) à la recherche de la vérité, jugée universelle.

Ils élaborèrent un système philosophique influencé par le néoplatonisme et le dualisme manichéen mais reflétant largement les thèses chiites, ismā'īliennes en particulier (vision moniste et émanatiste du monde, adoption de l'ésotérisme – *al-bātin,* « le caché » – et rejet de l'exotérisme – *al-zāhir,* « l'apparent » –, interprétation allégorique, voire gnostique des textes sacrés, rôle des imams…]. Dans les « Épîtres », outre les développements savants sur divers sujets, on rencontre des définitions, mais aussi des invocations et des exhortations aux « frères apprenants » afin que, par l'étude des sciences et la réflexion, ils se réveillent du « sommeil de la matière et de la torpeur de l'ignorance ». Les écrits des Frères de la Pureté, jugés impies par les milieux orthodoxes, furent retirés des bibliothèques et brûlés à l'instigation du calife abbasside Al-Mustanjid, vers 1160/555 H. Les quelques copies qui échappèrent à l'autodafé connurent une large audience jusqu'en Andalousie, suscitant un intérêt considérable pour la philosophie et les sciences, en raison de la clarté de la pensée et de la rigueur de l'exposé.

Salomon ben Judah ibn Gabirol

Philosophe juif andalou d'expression arabe, l'Avicebron du Moyen Âge latin (né à Malaga vers 1020/411 H., mort à Valence vers 1058/450 H.). Comme Ibn Masarra, Ibn Gabirol contribua largement à la pénétration en Occident du néoplatonisme développé par Al-Fārābī. Il élabora une philosophie mystique d'inspiration néoplatonicienne connue surtout à travers son ouvrage *Fons vitae* [Fontaine de vie] que Domingo Gonzalez (Gondisalvi) traduisit en latin au xiiie siècle. Cet ouvrage inspira le philosophe et théologien écossais Duns Scot (1266-1308), dont la philosophie affirme la priorité de la foi et de la volonté sur la raison.

Shihab al-Dīn Yahyā al-Suhrawardī

Philosophe mystique (né en 1155/549 H. à Suhraward, au nord-ouest de la Perse, mort en 1191/587 H. à Alep, en Syrie). Son œuvre maîtresse, le *Kitāb hikmat al-ishrāq* [Livre de la sagesse de l'illumination] ou [Théosophie de l'Orient], se propose d'unir l'héritage d'Aristote, d'Al-Fārābī et d'Ibn Sīnā à

une gnose visionnaire inspirée des sages grecs (Platon, Hermès, Pythagore) et des sages de l'ancienne Perse dont Zarathoustra ou Zoroastre. Dans sa philosophie, il opta pour une approche mystique fondée sur « l'expérience directe » de la vérité qu'il appela « illumination » ou *ishrāq*. Surnommé Sheikh al-ishrāq, il fut à l'origine de l'école philosophique illuminative qui exerce encore une profonde influence sur la pensée mystique chiite. Accusé de sédition et d'hérésie, il fut condamné et exécuté à trente-six ans à la suite d'un procès que lui intentèrent les docteurs de la Loi.

ABŪ HĀMID MOHAMMED AL-TŪSĪ AL-GHAZĀLĪ ET LA CRITIQUE DE LA PHILOSOPHIE

« Pour réfuter, il faut [d'abord] comprendre. »
Abū Hāmid al-Ghazālī (1058-1111)

« La moitié de la connaissance est la question, l'autre moitié la réponse. »
Abū Uthmān al-Makkī (vers 830-910)

« Il est de notre devoir de nous taire quand nous ne savons pas[64]. »
Abū Ja'far al-Tabarī (vers 839-923)

Philosophe, théologien et érudit, Abū Hāmid Mohammed al-Tūsī al-Ghazālī, l'Algazel du Moyen Âge latin (né en 1058/450 H. à Tūs, au Khurāsān, mort en 1111/505 H. à Tūs), fut un éminent penseur et un grand réformateur religieux dont le prestige fut et demeure encore considérable, même si son influence réelle fut, somme toute, limitée.

Surnommé Hujjat al-Islam (Preuve de l'islam), il fut une forte personnalité intellectuelle et religieuse dont l'œuvre marqua l'évolution de la pensée musulmane. N'étant pourtant ni philosophe ni savant ou homme de science dans le sens généralement donné à ces termes, il se rendit célèbre par sa critique, au nom de l'orthodoxie religieuse, des philosophes grecs et hellénisants, après avoir brillamment exposé leurs doctrines dans un ouvrage qui fit longtemps autorité.

Après une jeunesse studieuse à Tūs, à Jurjān et à Nīshāpūr, Al-Ghazālī se rendit à Bagdad où il fut reçu avec honneur et respect par Nizām al-Mulk, le fameux grand vizir des sultans seldjoukides, qui lui confia la *madrasa* qu'il venait de fonder, la Nizāmiyya, institution d'enseignement qui deviendra bientôt célèbre. Tout en assurant des cours de jurisprudence et de théologie, Al-Ghazālī, en quête de vérité et de certitude intellectuelle, se consacra essentiellement à l'étude de la philosophie – en particulier celle de Platon et d'Aristote et de leurs continuateurs, tels Al-Fārābī et Ibn Sīnā –, qu'il exposa fidèlement dans ses *Maqāsid al-falāsifa* [Intentions des philosophes].

Décelant un mélange de vérité et d'erreur dans les écrits des philosophes, il arriva à la conclusion que leur doctrine était dangereuse pour le commun des mortels sans être, pour autant, satisfaisante pour qui aspire à la

vérité absolue. Il composa alors un célèbre traité de polémique philosophique intitulé *Tahāfut al-falāsifa* [Incohérence (ou Réfutation) des philosophes], dans lequel il argumenta contre la philosophie et critiqua surtout les philosophes en s'efforçant de démontrer leurs inconséquences et l'incompatibilité de leur doctrine avec l'islam sunnite. Il récusa ainsi la possibilité pour la philosophie, sur la base de ses propres postulats, d'atteindre la vérité et la certitude intellectuelle et, lui assignant des limites précises, il en fit la servante de la théologie, mais rien de plus. Des différentes branches de la philosophie, il ne retint que la logique, en particulier le syllogisme aristotélicien dont il recommanda même l'emploi en matière religieuse. Selon lui, la logique et les mathématiques doivent être acceptées, de même que la physique (si elle ne contredit pas les vérités révélées). Quant à la métaphysique ou science des choses divines *(ilāhiyyāt),* elle peut être à terme un danger pour la foi. En général, il estime que chercher à articuler théologie et philosophie est à éviter, sauf pour les sciences utiles et la médecine, à condition, toutefois, de n'admettre comme seule causalité que celle de Dieu.

Pour des raisons jamais encore élucidées totalement, Al-Ghazālī décida, juste après la rédaction de cet ouvrage, d'abandonner ses fonctions et même ses cours, et quitta Bagdad vers 1095/488 H. à la recherche d'une plus grande certitude intellectuelle et d'une règle de vie plus satisfaisante. Il observa alors une période de retraite qui dura onze années et au cours de laquelle il se rendit aux sources de la spiritualité – Jérusalem, Hébron (site du tombeau d'Abraham), La Mecque et Médine –, mais il séjourna surtout à Damas et à Tūs, où il vécut en soufi (mystique) dans la solitude et la méditation, tout en se consacrant à d'autres exercices spirituels et à la rédaction de son œuvre capitale, *Ihyā 'ulūm al-dīn* [Revivification des sciences de la religion]. Cet ouvrage, reflet de son remarquable esprit de synthèse, fut considéré, à juste titre, comme une somme fondamentale de la pensée théologico-mystique musulmane et un document essentiel pour la connaissance des sciences et de la foi islamiques. Pour lui, « la foi est un remède, et la science une nourriture. Le remède ne dispense pas de la nourriture, ni la nourriture du remède ». C'est ainsi que, au terme d'un long itinéraire philosophique et spirituel, il finit par trouver sa voie dans le soufisme et l'ascétisme, auxquels il contribua à donner droit de cité dans l'orthodoxie religieuse.

Vers 1106/499 H., répondant à diverses sollicitations, il reprit quelques cours à la Nizāmiyya de Nīshāpūr avant de se retirer définitivement à Tūs et de consacrer les dernières années de sa vie à la seule ambition de poursuivre sa perfection et celle des autres.

Les sévères critiques portées par Al-Ghazālī contre la philosophie finirent par stériliser toute pensée philosophique, voire scientifique, en Islam. Un tel jugement paraît plutôt excessif dans la mesure où, au cours de la même période, cette pensée va connaître un grand souffle en Andalousie,

avec Ibn Bājja, Ibn Tufayl et Ibn Rushd, et en Iran, avec Al-Suhrawardī et plus tard Nasīr al-Dīn al-Tūsī et Mollā Sadra Shīrāzī. En fait, Al-Ghazālī ne cessa d'élever des mises en garde contre le danger que représentait l'initiation aux sciences rationnelles (mathématiques, astronomie, sciences physiques et naturelles, médecine), inoffensives en elles-mêmes, mais susceptibles d'égarer bien des esprits. Il condamna sans recours « la loi de la nature » des philosophes ou principe de causalité, car, pour lui, il ne pouvait exister aucune loi immuable de la nature qui puisse limiter la volonté divine.

Mystique hanté par le problème de la certitude intellectuelle – tout ce qui est probable n'étant pas probant à ses yeux–, Al-Ghazālī dut s'appuyer sur la certitude de Dieu et la Révélation pour se frayer une voie entre des tendances aussi divergentes que le *kalām,* la *falsafa* et le soufisme. Après une longue quête solitaire, il sut finalement prendre aux philosophes et aux mystiques ce qu'il fallait pour « revivifier » la théologie et marquer surtout « la spécificité de la connaissance religieuse en face de la casuistique de l'expérience extatique et de la pure spéculation[65] ». Sa pensée, d'une grande richesse, est d'autant plus difficile à cerner que, en plus de quelques dizaines d'ouvrages qu'il composa, on lui en attribue encore bien d'autres.

En logique et en droit, Al-Ghazālī insista particulièrement, dans son *Mustasfa min 'ilm al-usūl* [Le Nec plus ultra de la science des principes], sur l'application aux principes du droit *(usūl al-fiqh)* de notions logiques inspirées d'Aristote en mettant cependant davantage l'accent sur les mots et les termes, tels que définition *(hadd)* ou démonstration *(burhān),* que sur les idées. Il peut être fait appel à la raison, mais dans son domaine de validité pour ne pas aller à l'encontre de la volonté divine

En matière de théologie, dans son ouvrage *Al-Iqtisād fī'l-itiqād* [Le Juste Milieu dans la croyance], Al-Ghazālī, étant ash'arite[66], recommande d'apprendre « le chemin qui concilie les exigences de la Loi et les nécessités de la raison », tout en louant la connaissance qui, s'appuyant sur la purification de l'âme, rapproche réellement l'homme de Dieu. Quant au *kalām*, polémique qui vise, selon lui, non pas à saisir la vérité mais à faire prévaloir des thèses par les méthodes de la dialectique, il ne lui reconnaît qu'une valeur « médicinale » propre à guérir des esprits atteints de la maladie du doute ; plus tard, il mettra en garde contre les dangers que le *kalām* représente, surtout pour ceux qui n'ont que peu d'instruction.

Contre les philosophes néoplatoniciens, Al-Ghazālī mena l'attaque en deux phases et rédigea deux ouvrages : *Maqāsid al-falāsifa* [Intentions des philosophes] et *Tahāfut al-falāsifa* [Incohérence des philosophes].

Dans les *Maqāsid,* ouvrage traduit en latin au XIIe siècle sous le titre de *Logica et philosophia Algazelis Arabis,* Al-Ghazālī exposa avec clarté et objectivité les doctrines philosophiques, notamment celles d'Aristote[67], d'Al-Fārābī et d'Ibn Sīnā, avant de s'attacher à les critiquer méthodiquement dans

le *Tahāfut*. Il y résuma l'essentiel des systèmes et des modes de procéder ou d'argumenter de la *falsafa* et y considéra, en outre, les sciences des philosophes : la logique, les mathématiques, la physique et la métaphysique.

Dans le *Tahāfut*[68], célèbre traité de polémique philosophique, Al-Ghazālī fit justice des tendances rationalistes inhérentes à l'aristotélisme en tentant de détruire, au nom de l'orthodoxie religieuse, les certitudes des philosophes. Il attaqua les philosophes pour avoir soutenu que le monde n'a ni commencement ni fin temporels et nié la résurrection des corps, ainsi que pour avoir attribué la connaissance à d'autres voies que la Révélation. En fait, les griefs adressés aux philosophes portaient sur toute la conception de Dieu, de la création et de l'homme. C'est ainsi qu'à la quête du philosophe pour accéder à la réalité, à l'aide de la seule pensée, Al-Ghazālī opposait la transcendance divine. La raison humaine étant limitée, l'homme ne peut parvenir à la vérité qu'avec la Révélation, renvoyant ainsi dos à dos *kalām* et *falsafa*.

Divisant les philosophes en matérialistes *(dahriyyīn)*, en naturalistes *(tabi'iyyīn)* et en théistes *(ilahiyyīn)*, Al-Ghazālī réfuta surtout ces derniers, en particulier Al-Fārābī et Ibn Sīnā, qu'il attaqua sur vingt thèses jugées erronées, dont trois furent considérées comme des impiétés *(takfīr)* pures et simples : l'éternité du monde, la non-résurrection des corps et la négation de la connaissance divine du singulier comme tel. Non seulement il nia la doctrine de l'éternité du monde, mais il affirma même la création du temps. Sa théorie de la causalité, aux antipodes de celle des philosophes, oppose un démenti formel à la nécessité qui existe entre la cause et l'effet afin de sauvegarder la notion de providence et de justifier les miracles qui sont le fondement, la preuve de la prophétie. En outre, pour avoir, dans Son omnipotence, créé le monde *ex nihilo* par un acte de volonté, Dieu connaît donc et les choses particulières et leurs « essences éternelles ».

Le plus important ouvrage d'Al-Ghazālī, son célèbre *Ihyā 'ulūm al-dīn*, [Revivification des sciences de la religion], œuvre théologico-mystique monumentale d'une grande intelligence et d'une profonde spiritualité, eut véritablement de l'influence, car c'était « un guide complet à l'usage des musulmans pieux sur tous les aspects de leur vie religieuse ». Il notait : « Pour réfuter, il faut comprendre », et tel semblait avoir été son credo, cherchant d'abord à connaître et à comprendre à fond les doctrines de toutes les écoles de pensée avant d'opérer, en s'appuyant sur les principes de base, une synthèse ordonnée de la théologie, de la philosophie, du droit et du mysticisme. Avec cet ouvrage, tout ce qui avait été séparé du fait des controverses entre les différentes écoles retrouvait enfin son unité première, celle de l'époque du Prophète. Tout semblait s'être passé, en somme, « comme si Al-Ghazālī, ayant considéré les pièces d'un puzzle qui, chacune, prétendaient représenter l'image la plus achevée de l'islam, les avait toutes replacées à la place qui leur revenait. De là est née l'image d'un organisme complet et revivifié, avec le mysticisme soufi

pour cœur, la théologie pour tête, la philosophie pour fonction rationnelle qui relie ces différentes parties, et le droit [d'essence religieuse et éthique] pour membres opérationnels[69] ».

Ainsi l'*Ihyā* constitue véritablement une vaste synthèse de la pensée d'Al-Ghazālī et présente l'ensemble des activités humaines, profanes ou religieuses, dans leur convergence vers une mystique où se découvre enfin la certitude. Cet ouvrage majeur, probablement le plus remarquable traité d'éthique spirituelle islamique, représente son « apologie défensive » de l'islam orthodoxe au sein duquel il parvint magistralement à réhabiliter et à réintégrer le soufisme, jusqu'alors tenu en suspicion. À cet égard, « ce que dit Al-Ghazālī de ces états[70] [mystiques] a une grande valeur spirituelle et présente, par sa finesse d'analyse, un intérêt moral et psychologique considérable[71] ». Cependant, le soufisme d'Al-Ghazālī, à travers ses divers écrits (entre autres le *Miskat al-anwār* [La Niche aux lumières], traitant de mysticisme, qui lui est attribué, se voulait surtout pratique et mettait davantage l'accent sur la recherche de la perfection morale à travers la purification des cœurs.

Quelques années avant sa mort, Al-Ghazālī rédigea son dernier grand ouvrage, *Al-Munqidh* [La Délivrance de l'erreur], œuvre autobiographique dans laquelle il relata de façon pathétique l'évolution de ses convictions religieuses. Il y expliqua qu'il se retira du monde à la suite d'une crise intellectuelle et qu'il alla à la recherche de la certitude par le doute (comme le fera le philosophe français René Descartes, cinq siècles plus tard). L'enseignement par *taqlīd* – par « acceptation passive » ou par imitation aveugle des maîtres – ne le satisfaisant pas, il lui fallut alors chercher un autre critère de certitude, et c'est ainsi qu'il arriva à la conclusion que « la connaissance vraie est celle par laquelle la chose connue se découvre complètement, de sorte qu'aucun doute ne subsiste à son égard, et qu'aucune erreur ne puisse la ternir. C'est le degré où le cœur ne saurait admettre ni même supposer le doute. Tout savoir qui ne comporte pas ce degré de certitude est un savoir incomplet, passible d'erreur[72] ». Al-Ghazālī parlait en fait d'un doute vécu comme une maladie pénible (et non d'un « doute méthodique ou philosophique » comme chez Descartes) dont il chercha à se guérir ; cette guérison, il la dut non à une série de preuves et de raisonnements, mais, dit-il, « à une lumière projetée par Dieu dans le cœur, lumière qui est la clef ouvrant la plupart des connaissances ».

Ainsi, c'est par une lumière d'ordre rationnel, mais attribuée à une intervention divine, que lui est redonnée l'évidence des premiers principes et dont découle toute évidence intellectuelle. Al-Ghazālī, partant ainsi d'un point diamétralement opposé à celui de la *falsafa* et de la confiance de celle-ci en l'intellect humain, entreprit alors, en quête de vérité, l'examen critique des principales options que lui offrait son époque : la science du *kalām,* de la *falsafa*, du *bātinisme* (ésotérisme chiite) et du *tasawwuf* (mystique). Il loua le but du *kalām* mais en blâma le contenu philosophique et la méthode (notamment

l'importance qui est donnée à la raison). Poursuivant son enquête avec la *falsafa,* il nota dans le *Munqidh* : « Or, l'ensemble des erreurs qui s'y trouvent peut se ramener à vingt dont trois doivent être taxées de *takfīr* [impiété] et dix-sept de *bid'a* [innovation blâmable]. Et c'est pour détruire le système bâti sur ces vingt questions que nous avons écrit le *Tahāfut*[73].» Étant arrivé à la conclusion que la *falsafa* ne saurait suffire à sa soif de vérité et répondre ainsi au but recherché, Al-Ghazālī en vint à l'étude des doctrines chiites, qu'il résuma d'abord, selon sa méthode habituelle, avant de les réfuter également. Il se lança, enfin, dans sa quatrième enquête portant sur le soufisme – ce qui est proposé ici n'est cependant plus une simple approche d'ordre intellectuel, mais un détachement complet du monde et une union à Dieu. Toujours est-il qu'il trouva dans le soufisme ce qu'il avait cherché vainement dans toutes ses investigations antérieures, à savoir une méthode de perfection intérieure conduisant à une certitude vécue.

Cette grande figure intellectuelle et religieuse, affrontant le problème de la connaissance et de la certitude personnelle dans toute son ampleur, réussit, au terme d'un long itinéraire philosophique et spirituel, à associer intimement théologie, philosophie, droit et mysticisme, en ordonnant ces disciplines à partir des principes de base, et à élaborer ainsi une synthèse cohérente de la doctrine morale islamique.

Dans la partie polémique de son œuvre, tout son effort tendait à prouver aux philosophes que la démonstration philosophique ne démontrait rien bien qu'il fût contraint, lui-même, de le démontrer précisément par une démonstration philosophique. Dans son *Tahāfut*, où il réfuta les doctrines des philosophes, on peut reprocher à Al-Ghazālī que, étant si convaincu de l'incapacité de la raison à atteindre la certitude, il ait nourri cependant la certitude de détruire, en s'armant de dialectique rationnelle, les certitudes des philosophes. Il critiqua, outre les philosophes *(falāsifa),* les théologiens spéculatifs *(mutakallimūn)* qui voulaient tous, à des degrés divers, « faire de la raison en soi un critère de la vérité en soi ». C'est ce paradoxe qui fournit, au siècle suivant, l'argument essentiel à Ibn Rushd (Averroès) et suscita sa réplique dans son *Tahāfut al-Tahāfut,* où il s'efforça de réfuter Al-Ghazālī et de justifier l'accord de la *falsafa* et de l'enseignement islamique.

Ainsi, après une longue période d'épanouissement qui s'étala sur deux ou trois siècles, la *falsafa* finit par être l'objet de violentes attaques de la part d'Abū'l-Fath Shahrastānī (mort vers 1153/547 H.) et surtout d'Al-Ghazālī, attaques qui finirent par la marquer, dans l'enseignement officiel sunnite, d'une note d'hétérodoxie[74]. L'effort de justification entrepris par Ibn Rushd resta, pour ainsi dire, lettre morte et, pour des siècles, la pensée et la recherche philosophiques en furent comme stérilisées, notamment dans le monde sunnite.

On a pu prétendre, à tort, que la philosophie ne put jamais se relever de la critique d'Al-Ghazālī, qui la relégua en marge de la religion, et qu'elle

dut fuir à jamais l'Orient pour se réfugier en Occident, en Andalousie, où elle connaîtra un second souffle avec Ibn Bājja, Ibn Tufayl et surtout Ibn Rushd (Averroès). Certes, la philosophie n'eut plus aucun représentant propre après Al-Ghazālī, mais la pensée mystique continua, elle, à se développer et s'illustra en persan, par Farīd al-Dīn Attar et Shihāb al-Dīn al-Suhrawardī, et en arabe, par Abū'l-Qāsim ibn al-Fārid et Muhyī al-Dīn ibn al-Arabī.

Par son rayonnement personnel et par sa force de conviction, Al-Ghazālī parvint à endiguer l'influence de la *falsafa* dans le monde musulman, sunnite en particulier, tout en réussissant, par ailleurs, à y légitimer l'enseignement du soufisme : cette double initiative contribua pour beaucoup à la mutation intellectuelle du monde musulman au XIIe s./VIe H. S'il avait pu jouer un rôle déterminant dans l'éradication de la *falsafa* en tentant de « détruire la raison pour retrouver la Raison », il estimait cependant nécessaire de faire précéder l'étude des sciences religieuses du *kalām* et du *fiqh* d'une formation suffisante en logique grecque, ce que rejetèrent de nombreux penseurs religieux orthodoxes, dont Ibn Taymiyya en particulier.

L'Occident a pu voir dans Al-Ghazālī le précurseur du doute cartésien et de la philosophie critique kantienne. Il reste, sans conteste, l'une des plus grandes figures intellectuelles de l'islam pour avoir marqué la pensée musulmane. « Il avait compris la force de réflexion rationnelle de la *falsafa*, et voulut sauver la pensée religieuse des méandres où l'enfermait le *kalām* aussi bien que de la sèche casuistique des "branches" du *fiqh*. À cet égard, il n'apportait guère que sa solution personnelle qui, sur un fond voulu d'orthodoxie, intégrait tant d'apports gnostiques [...]. Si brillant que fût son apport, la "revivification" par lui entreprise ne dura qu'un temps...[75] »

Faute d'être le « réformateur » qui élabora une « mystique orthodoxe », Al-Ghazālī réussit du moins à être le « spirituel » qui conçut une « orthodoxie mystique » dont se nourrit encore, en Islam, une piété éclairée et authentique. Par-delà les siècles, son œuvre reste en tout cas un acquis inestimable, tant pour l'islam que pour la culture universelle, ne serait-ce qu'à travers son extraordinaire aventure intellectuelle en quête de la plus parfaite certitude.

Certains penseurs qui apportèrent une contribution importante à la philosophie, la théologie et la mystique islamiques entre le XIe s./Ve H. et le XIIIe s./VIIe H. méritent d'être cités :

Abū Mohammed Alī ibn Hazm

Théologien, philosophe, juriste et poète andalou (né en 994/384 H. à Cordoue, mort en 1064/456 H. à Badajoz). Ce penseur, l'un des plus grands de la civilisation arabo-islamique, laissa des centaines d'écrits. Face aux inconstances de l'homme et de la société, Ibn Hazm (qui occupa de hauts postes politiques, mais qui connut aussi l'exil et la prison) se présente comme un passionné de

certitude, à la recherche d'une vérité qui s'impose par l'évidence et qui s'appuie sur des bases incontestables : Dieu est pour lui cette Vérité et le fondement de toutes les autres vérités. Abandonnant la politique, il se consacra à la théologie et au droit, mais ses opinions tranchées et ses prises de position hautement polémiques lui attirèrent l'hostilité des théologiens « orthodoxes », qui firent brûler la plupart de ses ouvrages. La finesse psychologique de ses analyses et ses remarquables dons de moraliste – on lui doit de pénétrantes maximes morales – apparaissent dans toute son œuvre, notamment dans son célèbre *Tawq al-hamāma* [Collier de la colombe], élégie amoureuse traduite dans presque toutes les grandes langues, et dans son *Kitāb al-akhlāq wa'l-siyar* [Livre des caractères et des comportements]. Ibn Hazm fut également un historien des idées religieuses dans son *Kitāb al-fisal* et un grand juriste, le plus illustre représentant de l'école zāhirite, école juridique, disparue de nos jours, qui entendait s'en tenir au sens apparent *(zāhir)* du Coran et de la Sunna.

Abū'l-Fath Mohammed Shahrastānī

Philosophe, historien et théologien sunnite (né en 1076/468 H., mort en 1153/547 H.) surnommé « le tombeur des *falāsifa* ». Il rédigea un remarquable tableau d'ensemble des religions et des doctrines de l'époque, le *Kitāb al-milal wa'l-nihā* [Livre des religions et des systèmes de pensée], où il distingue quatre catégories de religions : celles dotées d'un livre révélé (les musulmans, les juifs et les chrétiens), celles possédant des écrits proches d'un livre révélé (les mages et les manichéens), celles se référant à des prescriptions morales sans disposer d'un livre révélé (les sabéens) et enfin celles ne possédant ni livre ni prescription religieuse légale (les idolâtres). Il présenta un panorama des compétences philosophiques dans les *Musana'āt al-falāsifa* [Productions des philosophes]. Après Al-Ghazālī, il s'attaqua violemment aux philosophes – qu'il classa parmi les adeptes des sectes extérieures à l'islam –, notamment à Ibn Sīnā, et s'attira, lui aussi, une monumentale réplique de la part du philosophe et grand savant Nasīr al-Dīn al-Tūsī (mort en 1274/672 H.).

Fakhr al-Dīn al-Rāzī

Philosophe, théologien et exégète (né en 1149/543 H. à Rayy, mort en 1209/606 H. à Hérat), l'un des plus grands penseurs musulmans avec le titre honorifique de *shaykh al-islam*. Doué d'une intelligence vive et pénétrante et d'une prodigieuse mémoire, il composa une œuvre encyclopédique portant sur le *kalām,* la *falsafa* et l'exégèse coranique. Il rédigea, entre autres, les *Sharh al-ishārāt* [Commentaires des directives], où il interpréta la philosophie d'Ibn Sīnā ; le *Muhassal afkār min al-ulamā wa'l-hukamā* [Précis des idées des savants et des sages], où il défendit des positions orthodoxes ; les *Mafātīh al-ghayb* [Clefs des choses cachées], un monumental commentaire du Coran ; les *Munāzarāt* [Controverses], où il mit en cause l'œuvre juridique d'Al-Ghazālī ;

et enfin le *Kitāb al-arba'īn fī usūl al-dīn* [Traité de théologie en quarante questions]. Il forgea une véritable philosophie capable d'aborder, dans toute leur ampleur, les problèmes de la foi et de la théologie islamiques.

Muhyī al-Dīn Mohammed ibn al-Arabī

Philosophe et mystique (né en 1165/560 H. à Murcie, en Andalousie, mort en 1240/638 H. à Damas, en Syrie), l'une des figures les plus prestigieuses de la spiritualité islamique. Considéré comme l'interprète par excellence de la doctrine métaphysique, il fut reconnu, dans la tradition mystique musulmane, comme le plus grand maître *(al-shaykh al-akbar).* Auteur d'une fécondité exceptionnelle, il composa quelques centaines d'ouvrages traitant d'exégèse coranique, de tradition prophétique, d'ésotérisme, de métaphysique, d'éthique mystique, de jurisprudence et de poésie. Si certaines de ses positions furent jugées hérétiques et combattues par les théologiens « orthodoxes », Ibn Taymiyya en particulier, ses enseignements furent cependant adoptés et propagés par de grands maîtres soufis, tels Abū'l-Hasan Alī al-Shādhilī (mort vers 1258/656 H.), fondateur de l'importante confrérie de la Shadhiliyya, et Jalāl al-Dīn al-Rūmī (mort vers 1273/672 H.), fondateur de l'ordre des derviches tourneurs. Ses *Futūhāt al-Makkiya* [Révélations mecquoises] constituent la somme encyclopédique la plus complète sur la doctrine mystique et eurent, comme guide spirituel, une grande influence sur le mysticisme persan et même sur certains milieux ésotériques chrétiens. Son œuvre domine largement la spiritualité musulmane, et l'on peut dire que le soufisme n'a jamais connu de personnalité plus forte et plus complexe que « ce théoricien du monisme ontologique et théologal et ce grammairien de l'ésotérisme musulman[76] ».

Taqī al-Dīn Ahmed ibn Taymiyya

Théologien et jurisconsulte hanbalite (né en 1263/661 H. à Harrān, en Turquie, mort en 1328/728 H., en prison, à Damas, en Syrie). Son œuvre fut considérable et l'on peut citer en particulier son *Radd alā al-mantiqiyyīn* [Réfutation des logiciens] et son célèbre et monumental *Majmū fatāwa,* où il exposa une doctrine qui, intégrant tradition, raison et volonté, se voulait de synthèse ou de conciliation, de « juste milieu » *(wasat),* en reconnaissant à chaque système correspondant (traditionnisme, *kalām,* soufisme) la place qui lui revenait, mais dans le strict respect du Coran et de la Sunna. Polémiste fougueux et intransigeant, il s'appuyait sur une interprétation littéraliste du Coran et dénonçait comme hérétique tout ce qu'il estimait être *bid'a* ou innovation en religion. Il s'attaqua ainsi à des philosophes comme Al-Fārābī et Ibn Sīnā, à des penseurs religieux comme Al-Ghazālī, mais surtout aux soufis et, en particulier, à Ibn al-Arabī et à son monisme existentiel. Il connut plusieurs fois la prison, en Égypte et en Syrie, pour ses positions religieuses et politiques. Il est considéré de nos jours comme l'une des grandes figures du courant fondamentaliste

de l'islam et l'un des précurseurs du wahhabisme, mouvement qui entend observer strictement les commandements de l'islam.

ABŪ BAKR MOHAMMED IBN YAHYĀ IBN BĀJJA ET LA CONNAISSANCE SPÉCULATIVE

« Le monde est obscurité, la connaissance est lumière ; mais sans la vérité la lumière elle-même n'est que de l'ombre. »
Calife Alī ibn Abī Tālib (vers 600-661)

« Seule la connaissance spéculative peut conduire l'homme à la vérité. »
Abū Bakr ibn Bājja (vers 1085-1139)

« [La philosophie] est la science des choses en leur vérité. »
Abū Yūsuf al-Kindī (vers 801-873)

Philosophe et savant, Abū Bakr Mohammed ibn Yahyā ibn Bājja, plus connu sous le nom d'Ibn Bājja, l'Avempace du Moyen Âge latin (né vers la fin du XIe s./Ve H. à Saragosse, mort en 1138/533 H. à Fès), fut l'un des plus grands philosophes arabo-musulmans selon Ibn Khaldūn, qui le place au rang d'Ibn Rushd (Averroès) en Occident, d'Al-Fārābī (Alfarabius) et d'Ibn Sīnā (Avicenne) en Orient.

On ne possède que peu de renseignements dignes de foi sur la vie d'Ibn Bājja, en particulier sur sa jeunesse. On sait qu'il vécut en Espagne (à Saragosse, Valence, Séville, Grenade…), puis au Maroc (à Fès), qu'il exerça la médecine et la politique, qu'il connut plusieurs fois la prison sous l'accusation de trahison ou d'hérésie et qu'il fut vizir (ministre) sous les Almoravides. Pour ce qui est de son œuvre, on s'accorde à reconnaître que, après l'élaboration de la *falsafa* en Orient, ce fut lui qui recueillit la tradition en Occident musulman, passant ainsi pour le premier grand philosophe de l'Andalousie.

Auteur de plusieurs commentaires de traités d'Aristote *(Physique, Météorologie, De la génération et de la corruption, Histoire des animaux),* Ibn Bājja est surtout connu par ses propres ouvrages (dont il ne reste que quelques-uns), soit dans leur version originale, soit sous forme de traductions, généralement hébraïques et parfois latines.

Outre des commentaires sur les traités de logique d'Al-Fārābī, le *Kitāb fī'l-nafs* [Traité de l'âme] et la *Risālāt ittisāl al-'aql bi'l-insān* [Épître de l'union de l'intellect avec l'homme], qui est un traité sur la conjonction de l'intellect humain avec l'Intellect actif, Ibn Bājja rédigea la *Risālāt al-wadā'* [Lettre d'adieu], écrite à un jeune ami à la veille d'un voyage, pour l'engager à se consacrer à la connaissance pure, afin d'espérer jouir « de la grâce et de la proximité de Dieu, ce qui est en vérité le plus grand acquis ».

Son œuvre maîtresse reste cependant le *Tadbīr al-mutawahhid* [Régime (ou Guide) du solitaire], dont l'idée directrice peut être décrite comme un

itinéraire menant l'homme-esprit à s'unir avec l'Intellect actif. Pour d'Ibn Bājja, un tel homme doit être un individu illuminé, un *solitaire* « qui se trouve dans le monde mais vit comme s'il se trouvait tout à fait en dehors de lui, et adhère plutôt aux règles d'une société idéale[77] ». « Le régime du solitaire doit être l'image du régime politique de l'État parfait, de l'État modèle ». Un tel État ne peut résulter que d'une réforme préalable des mœurs tendant à réaliser tout d'abord, dans chaque individu, la plénitude de l'existence humaine, celle du *solitaire*, autrement dit celle de l'homme parvenu à l'union avec l'Intellect actif. L'ensemble de ces solitaires peut alors former un État parfait sans médecins ni juges, car les citoyens, ayant atteint individuellement le plus haut degré de perfection humaine possible, sauront comment vivre et se comporter convenablement. Pour le moment, dans tous les États imparfaits où ils vivent, les solitaires ont pour vocation de devenir les citoyens de la Cité parfaite, ces *plantes*[78] que doit précisément cultiver le *régime* préconisé par Ibn Bājja, comme devant conduire à la béatitude du solitaire. Tant que la société ne se sera pas conformée aux mœurs de ces solitaires, ceux-ci resteront des *étrangers* dans leur famille et dans leur société.

Pour expliquer les fondements du régime de ces solitaires, il convient de classer les actions des hommes sur la base des *formes* auxquelles elles visent, de déterminer en conséquence les *fins* de ces actions en fonction précisément des formes auxquelles elles visent. C'est ainsi qu'Ibn Bājja développa, avec une rare vigueur spéculative, une subtile théorie des *formes spirituelles* qui, en schématisant, « distingue entre les formes intelligibles qui ont à être abstraites d'une matière, et les formes inintelligibles qui, étant essentiellement en elles-mêmes séparées de la matière, sont perçues sans avoir à être abstraites d'une matière[79] ».

Cette œuvre, bien qu'inachevée, reflète le souci permanent de son auteur de fonder la connaissance pure, estimant ainsi que « seule la connaissance spéculative peut conduire à la vérité » en permettant à l'homme de se connaître soi-même et de connaître l'Intellect actif qui, étant le même pour tous les hommes, est le concept le plus élevé que l'homme puisse appréhender.

L'intérêt philosophique d'Ibn Bājja, dans tous ses ouvrages, se porte donc très largement sur l'union possible de l'âme avec le Divin, but final de l'existence humaine. Toutefois, au lieu de se représenter cette union dans une optique religieuse et de n'envisager sa réalisation que dans l'au-delà, il « la considère comme la dernière étape d'une ascension intellectuelle, par un processus continu d'abstraction partant des impressions produites par les objets sensibles constitués de matière et de forme, et traversant une hiérarchie de "formes spirituelles" *(suwar rūhāniyya)* contenant de moins en moins de matière et intellectualisées par l'esprit, jusqu'à ce qu'enfin l'Intellect actif soit atteint[80] ». Ibn Bājja s'intéressa surtout aux stades inférieurs de la hiérarchie de l'existence sous son aspect métaphysique, mais également aux caractéristiques psychologiques et éthiques de l'esprit lors de son ascension.

Il apporta ainsi une contribution fondamentale en matière de psychologie et de noétique.

Agité par le problème de l'unité de l'intellect humain face à l'intellect divin, Ibn Bājja essaya de construire une théorie unifiée de la connaissance à partir de la culture islamique et de doctrines néoplatoniciennes. On a beaucoup loué la profondeur de pensée d'Ibn Bājja, mais aussi sa rigueur dans son esquisse d'une certaine phénoménologie de l'Esprit.

En dehors de la philosophie, Ibn Bājja aborda plusieurs autres domaines de connaissance, en particulier l'astronomie et la physique. C'est ainsi que, faisant probablement écho à la critique de l'astronome andalou Jābir ibn Aflah, il fut conduit à réfuter les conceptions de Ptolémée en se basant sur la physique d'Aristote, qui considérait les sphères homocentriques comme des corps concrets animés d'un mouvement circulaire uniforme ayant pour centre le centre du monde, ce qui excluait d'office l'idée ptoléméenne des épicycles et des excentriques. À la suite d'Ibn Bājja – dont le système[81], fondé seulement sur des cercles excentriques, découle moins d'exigences expérimentales que d'une perception *a priori* du monde –, d'autres philosophes éminents de l'époque, tels Ibn Tufayl, Ibn Rushd et Al-Bitrūjī, eurent également à combattre le système de Ptolémée, ce qui finira par produire le système dit d'Al-Bitrūjī qui coexistera avec le premier jusqu'au XVIe s./Xe H.

En physique, la critique poussée de la théorie aristotélicienne du mouvement suscita des travaux importants de la part de nombreux philosophes et savants, dont Ibn Bājja, qui, s'appuyant sur la critique du philosophe grec Jean Philopon, élabora une nouvelle théorie du mouvement où la notion de force joue un grand rôle. Il étudia le mouvement balistique en considérant que la vitesse était proportionnelle à la différence entre la force et la résistance et non à leur rapport. Ces philosophes et savants parvinrent ainsi à forger des concepts nouveaux – notamment celui, caractéristique, d'un corps en mouvement et appelé *impetus* ou « qualité en mouvement » – qui contribueront notablement, quelques siècles plus tard, à l'édification des bases de la physique en général et de la mécanique en particulier.

En pharmacologie et en botanique, Ibn Bājja effectua quelques travaux et rédigea en particulier un traité des simples et un traité consacré à la physiologie des plantes.

On a pu parler d'une véritable renaissance de l'aristotélisme, à la suite du grand mouvement philosophique et scientifique qui se développa en Andalousie au XIIe s./VIe H. à l'instigation d'Ibn Bājja, qui subit lui-même l'influence d'Al-Fārābī. Critiquant et mettant en doute les fondements de la conception ptoléméenne du monde, Ibn Bājja suscita un profond mouvement d'idées, fortement influencées par Aristote et en faveur d'explications plus naturelles des phénomènes célestes. Ses idées furent davantage développées par certains des plus grands philosophes et savants andalous de l'époque, tels Ibn Tufayl,

Ibn Rushd et Al-Bitrūjī, avant d'être reprises, commentées et approfondies aux XIIIe s./VIIe H. et XIVe s./VIIIe H. par d'éminents penseurs et hommes de science occidentaux comme l'Allemand Albert le Grand, l'Italien Thomas d'Aquin, l'Anglais Roger Bacon, l'Espagnol Raymond Lulle et le Français Jean Buridan, qui amorceront le véritable mouvement de libération de l'esprit occidental avant son plein épanouissement à partir de la Renaissance.

Par la profondeur de sa pensée et son influence, notamment sur Ibn Rushd et plus tard sur Albert le Grand, Ibn Bājja marqua la philosophie arabe d'Espagne et la pensée occidentale médiévale. Son idée de l'union de l'Intellect actif intéressa particulièrement Ibn Rushd, tandis que l'idée du régime solitaire suggéra à Ibn Tufayl son roman philosophique *Hayy ibn Yaqdhān* [Vivant, fils du Vigilant], qui inspira le célèbre *Robinson Crusoé* de Daniel Defoe. À travers Ibn Rushd, Ibn Bājja influença jusqu'aux lointains Galilée et Newton (XVIIe siècle) en établissant la relation liant la vitesse d'un objet à la force (moins la résistance ou friction) qui le met en mouvement et en démontrant la similitude entre la force qui meut les objets sur la Terre et celle qui met les planètes en mouvement. Même si la notion de force, telle que la concevait Ibn Bājja, trouvait son origine moins dans un phénomène physique que dans des considérations d'ordre métaphysique, avoir une telle intuition à l'époque relève tout simplement du trait de génie.

De nombreux philosophes et savants arabes vécurent en Andalousie à l'époque d'Ibn Bājja, au XIIe s./VIe H. dont :

Abū Bakr Mohammed ibn Abd al-Malik ibn Tufayl

Philosophe et savant, l'Abubacer du Moyen Âge latin (né vers 1110/504 H. à Cadix, mort en 1185/581 H. à Marrakech). Médecin personnel, confident et ministre du souverain almohade Abū Ya'qūb Yūsuf, Ibn Tufayl écrivit deux traités sur la médecine, mais son œuvre principale, la seule connue au demeurant, fut un célèbre roman philosophique intitulé *Hayy ibn Yaqdhān* [Vivant, fils du Vigilant (ou de l'Éveillé)], qui reprit le titre d'un écrit ésotérique d'Ibn Sīnā (Avicenne) et dont l'idée lui fut suggérée par celle du sage solitaire d'Al-Fārābī et surtout d'Ibn Bājja[82].

Illustrant les rapports dialectiques entre philosophie et religion, le roman, tout à la fois philosophique, mystique et poétique, décrit dans un style admirable comment un homme, ayant grandi seul sur une île, parvint par la méditation et, au moyen de ses seules facultés intellectuelles innées, à appréhender les grandes vérités intelligibles et à atteindre l'union divine, la plus haute réalisation de l'homme. Préoccupé par la question de l'unité de l'intellect humain et surtout par le problème de l'union de l'homme avec Dieu en dehors de toute expérience mystique, Ibn Tufayl rédigea cette autobiographie spirituelle avec l'idée profonde que la philosophie et la religion sont deux

aspects d'une même vérité et que la première est nécessaire pour comprendre la seconde. Il y décrit, en somme, une sorte de religion naturelle tout en y faisant l'apologie de la raison.

Enfin, avec Ibn Bājja (Avempace) et Ibn Rushd (Averroès), Ibn Tufayl est classé parmi les plus grands représentants de la *falsafa* occidentale, tandis que son *Hayy ibn Yaqdhān* est considéré, après le *Tawq al-hamāma* [Collier de la colombe] d'Ibn Hazm et le *Dīwān* [Recueil de poèmes] d'Abū Bakr ibn Quzmān (mort en 1160/555 H.), comme la dernière des grandes œuvres de la littérature arabe d'Espagne.

Abū Ishāq Nūr al-Dīn al-Bitrūjī

Astronome et philosophe, l'Alpetragius des Latins du Moyen Âge (mort vers1204/601 H.). La théorie générale de Ptolémée ne fut mise en cause qu'en Andalousie où, au XII[e] s./VI[e] H., Ibn Bājja, Ibn Tufayl et Ibn Rushd rejetèrent au nom d'Aristote cette représentation des mouvements célestes. Ce fut à Ibn Tufayl, dont il fut le disciple et l'ami, qu'Al-Bitrūjī dut de concevoir un système astronomique, non ptoléméen, s'accordant mieux avec l'hypothèse des sphères homocentriques d'Aristote. Le système d'Al-Bitrūjī, exposé dans son *Kitāb fī'l-hay'a* [Traité d'astronomie] traduit en latin et en hébreu, impliquait l'introduction de la notion d'*impetus,* l'abandon des épicycles et des excentriques (considérés comme des constructions purement géométriques et sans base physique), et la considération que les sphères célestes tournaient autour d'axes distincts produisant ainsi un « mouvement en spirale ». Ce système, bien qu'il ne fût guère meilleur que celui de Ptolémée, fut néanmoins mis à contribution par les astronomes de la Renaissance.

ABŪ'L-WALĪD MOHAMMED IBN AHMED IBN RUSHD ET L'EXIGENCE DE RATIONALITÉ

« Le vrai ne peut contredire le vrai [...].
La philosophie [hikma] est la compagne de la Loi religieuse [chari'a]
et sa sœur de lait .»
Abū'l-Walīd ibn Rushd (1126-1198)
« Platon m'est cher, mais la vérité me l'est encore davantage.»
Aristote de Stagire (384-322 avant J.-C.)
« Deux excès : exclure la raison, n'admettre que la raison.»
Blaise Pascal (1623-1662)

Philosophe et médecin, Abū'l-Walīd Mohammed ibn Ahmed ibn Rushd, le célèbre Averroès des Latins du Moyen Âge (né en 1126/520 H. à Cordoue, mort en 1198/595 H. à Marrakech), fut incontestablement le plus grand philosophe andalou et l'une des plus fortes personnalités de la pensée arabo-

musulmane. Il était aussi versé dans les sciences islamiques que dans les sciences positives. Il dut toutefois sa renommée à son œuvre philosophique et devint la grande autorité en matière d'aristotélisme.

Pour les scolastiques latins, Thomas d'Aquin en particulier, Ibn Rushd fut essentiellement le « Commentateur » d'Aristote appelé, lui, le « Philosophe », tandis que, pour Dante Alighieri, il fut l'auteur du *Grand Commentaire*, selon sa formule : *« Averrois, che'l gran comento feo »* (Averroès, qui fit le grand commentaire [d'Aristote]). Quant aux averroïstes latins, ils firent d'Ibn Rushd celui qui révéla chez Aristote une méthode et une doctrine rationalistes opposées comme telles aux dogmes religieux. Selon un spécialiste espagnol contemporain, Ibn Rushd fut « l'Espagnol qui a laissé dans l'histoire l'empreinte la plus profonde sur la pensée humaine[83] ».

Issu d'une famille d'illustres hommes de loi et de religion de l'Espagne musulmane, Ibn Rushd reçut dans sa jeunesse une formation complète : sciences coraniques, théologie, droit[84] *(fiqh)*, poésie, médecine, mathématiques, astronomie et philosophie.

On rapporte que le souverain almohade Abū Ya'qūb Yūsuf (mort en 1184/580 H.), adepte passionné de philosophie, se plaignait de l'obscurité des textes d'Aristote et de leurs traductions, et, souhaitant qu'on les expliquât clairement, s'adressa vers 1169/565 H. au célèbre médecin et philosophe Ibn Tufayl. Celui-ci, arguant de l'âge et de ses multiples occupations, suggéra que la tâche fût confiée à Ibn Rushd, qu'il présenta au souverain. C'est ainsi qu'il fut chargé de paraphraser le grand philosophe grec, d'« ôter la confusion du discours d'Aristote » et d'élucider ses « propos abstrus ». Tout en exerçant les fonctions de cadi (juge) à Séville, puis à Cordoue, Ibn Rushd entreprit la rédaction des *Petits et Moyens Commentaires (talkhīs)* de certains traités d'Aristote et celle d'un important ouvrage de médecine. Il poursuivit son œuvre avec la composition de quelques ouvrages originaux, et ce ne fut qu'à la fin qu'il rédigea les *Grands Commentaires (tafsīr)* du corpus aristotélicien (à l'exception de la *Politique* et de la *Métaphysique*).

Ibn Rushd resta en grâce durant tout le règne d'Abū Ya'qūb Yūsuf, qui en fit son médecin personnel en 1182/578 H., tout en lui conférant la dignité de grand cadi (juge suprême) de Cordoue, faveur qu'il conserva après 1184/580 H. auprès de son fils et successeur, Abū Yūsuf Ya'qūb al-Mansūr (mort en 1199/596 H.). Il fut, en fait, comblé de bienfaits jusqu'en 1195/592 H., ce qui ne manqua pas d'exciter, voire d'exacerber, la jalousie et la haine de ses ennemis et de ses adversaires doctrinaux qui, lançant contre lui de vives attaques et de violents épigrammes, finirent par le discréditer auprès du souverain. Ses opinions philosophiques lui attirèrent les soupçons, puis l'hostilité des docteurs de la Loi, dont certains allèrent jusqu'à assimiler sa philosophie à une hérésie. Il fut mis en résidence surveillée, ses doctrines furent anathématisées, ses livres brûlés, et il eut à subir toutes sortes d'injures et

d'affronts, et même les sarcasmes de la populace. Cette disgrâce fut cependant de courte durée, car, dès 1197/594 H., le souverain le rappela près de lui à Marrakech, mais Ibn Rushd mourut peu de temps après, en situation d'exil et dans un état de quasi-réclusion. Quelques mois plus tard, ses restes furent transférés de Marrakech à Cordoue. Le futur grand mystique Ibn al-Arabī assista aux funérailles à Cordoue et en laissa une relation pathétique. Le souvenir qu'il en garda était en effet poignant, car, d'un côté de la monture, on avait chargé le cercueil et, de l'autre, les livres d'Ibn Rushd, « un paquet de livres équilibrant un cercueil[85] ! »

L'œuvre d'Ibn Rushd fut considérable, car elle comporte une quarantaine de commentaires divers[86] sur la presque totalité des écrits d'Aristote (son objectif étant de restaurer la pensée authentique de ce grand philosophe), mais aussi maints écrits d'importance majeure, tant en philosophie que dans différents autres domaines. Les grandes lignes de sa doctrine philosophique, qui firent tant de bruit en son temps, peuvent se ramener à quelques idées-forces : le monde, création de Dieu par voie d'émanation, n'a ni commencement ni fin dans le temps ; le monde est un réceptacle où sont contenues d'avance toutes les formes que l'intelligence, émanant de Dieu, extrait éternellement de la matière ; il n'y a qu'un seul et unique Intellect agent, commun à toute l'espèce humaine et par l'action duquel l'homme pense ; l'individu disparaît à la mort, mais tout ce qu'il y a en lui d'éternel ou d'éternisable est absorbé par l'Intellect agent qui, lui, est immortel. Interprétant Aristote, il en conclut que le monde est éternel : Dieu reste bien la cause première, cause existant de toute éternité, infinie, immuable et qui aurait produit son effet de toute éternité.

Ibn Rushd fut le plus aristotélicien des grands philosophes arabo-musulmans, comme Al-Kindī, Al-Fārābī et Ibn Sīnā, et fut à l'origine de la plus platonicienne des notions, celle de l'Intellect unique, qui repose sur la notion métaphysique fondamentale que le principe de connaissance et de cognition, à savoir l'intellect situé au centre de l'homme, est le même que le principe de création, qui, lui, est situé au centre de l'Être. Cette théorie de l'Intellect unique ou de « l'unicité de l'intellect » connut une rapide diffusion en Europe médiévale, où elle se trouva cependant déformée en une théorie de l'âme unique commune à l'humanité tout entière et appelée panpsychisme.

Ibn Rushd vouait une telle admiration à Aristote et était si convaincu de sa supériorité intellectuelle que, dans le commentaire qu'il fit du traité *De l'âme,* il déclarait : « Ce point est si difficile que, si Aristote n'en avait pas parlé, il eût été très difficile, impossible peut-être, de le découvrir – à moins qu'il ne se fût trouvé un autre homme comme Aristote. Car je crois que cet homme a été une norme dans la nature, un modèle que la nature a inventé pour faire voir jusqu'où peut aller la perfection humaine en ces matières[87]. » On a pu reprocher à Ibn Rushd de pousser l'audace jusqu'à discuter du dogme

au nom d'un Aristote ayant vécu en plein paganisme hellénique et près de mille ans avant la Révélation coranique, voire d'aller plus loin que le « Grand Sage » lui-même en affirmant, entre autres : « La création à partir du néant n'est qu'un mythe. Le monde est en réalité un perpétuel devenir, une création continue de Dieu […]. C'est en créant que l'esprit divin fait pénétrer l'intelligence dans l'âme humaine… »

L'intérêt particulier qu'Ibn Rushd portait à Aristote venait du fait qu'il décelait en lui le logicien de la démonstration rigoureuse, le savant qui part du concret pour l'expliquer en le rattachant organiquement à des propositions de portée générale. En recherchant une rigueur de pensée s'appuyant sur la logique, il tenta de concilier la philosophie aristotélicienne avec la théologie musulmane, encore que les attributs de Dieu *(sifāt Allāh),* tels que définis dans le Coran (Unité, Éternité, Omnipotence, Volonté, Création, Science), fussent difficilement compatibles avec la conception grecque de l'Être et de l'Univers intelligible par soi. Mais, rationaliste à sa façon et tenant de l'unité philosophique du genre humain, Ibn Rushd, tout en professant l'infaillibilité du Coran, considérait néanmoins que le philosophe doit s'attacher à l'unité de la vérité, ce qui implique le recours à l'interprétation entre raison et Révélation, toutes deux admises comme sources de vérité, en se basant sur la logique d'Aristote et une appréciation personnelle de la validité des méthodes de la théologie.

Il est admis généralement que les grands pôles d'intérêt sur lesquels se focalisa la pensée d'Ibn Rushd furent essentiellement ses commentaires et son interprétation d'Aristote, sa critique d'Al-Fārābī et d'Ibn Sīnā (Avicenne) pour débarrasser l'aristotélisme des contresens qu'ils lui auraient infligés, sa réfutation des arguments d'Al-Ghazālī pour dégager la philosophie de la tutelle de la théologie et, enfin, sa démonstration de l'accord essentiel entre la religion et la philosophie perçues comme deux expressions distinctes d'une seule et même vérité.

Pour réaliser un tel programme, Ibn Rushd eut à déployer ses efforts « dans quatre directions principales :

- commenter l'œuvre d'Aristote et en "faciliter la compréhension aux gens du commun";
- montrer qu'Avicenne (Ibn Sīnā) "dévia" des fondements de la philosophie et qu'il ne suivit pas la méthode démonstrative[88] ;
- réfuter Al-Ghazālī en démontrant l'"incohérence" de ses objections aux philosophes et en montrant que la méthode ash'arite représente une déviation par rapport à la voie indiquée au commun par la Révélation et reste incapable d'atteindre au degré de la certitude ;
- élaborer une nouvelle méthode qui consiste en "la mise en évidence des procédés de la démonstration (utilisés par le Coran) pour exposer les dogmes de la Religion", méthode fondée sur deux principes : "observer

> le sens apparent" du Texte, tout en prenant en considération "l'intention du Législateur". C'est ainsi qu'il réagencera le rapport entre sagesse (philosophie) et religion, suivant le principe d'après lequel chacune d'elles procède de ses propres principes et utilise sa propre méthode de raisonnement, même si l'une et l'autre concourent à un même but : inciter à la Vertu[89] ».

La caractéristique majeure de la pensée d'Ibn Rushd fut dans sa méthode démonstrative, expression de son souci de considérer les parties au travers du tout qui les recouvre. C'est par ce procédé méthodique et cette démarche intellectuelle d'esprit mathématique que le philosophe pourra saisir les questions religieuses de l'intérieur du discours religieux et que l'homme de religion pourra appréhender les thèses philosophiques à l'intérieur du système dans lequel elles s'insèrent.

Ce fut par le même procédé qu'Ibn Rushd commenta les œuvres d'Aristote, en les considérant comme un système unique doué d'une remarquable cohérence interne, d'où l'admiration qu'il vouait à ce philosophe dont la méthode démonstrative lui paraissait la seule capable de garantir l'acquisition de la science et de la certitude. Cela dit, Ibn Rushd fut loin d'être un simple commentateur d'Aristote, et, s'il lui arriva de défendre ses thèses, ce fut en général pour montrer que celles-ci étaient soutenables dans leur système et non pour attester leur vérité dans l'absolu. En somme, Ibn Rushd voyait en Aristote un grand philosophe dont le but était la recherche de la vérité, même si les principes sur lesquels il fondait cette recherche n'étaient pas tous compatibles avec ceux de l'islam. Aussi le suivait-il tant qu'ils évoluaient tous deux dans la même voie, celle de la raison, à la recherche de la vérité, tout en sachant que chacun possède son propre système de référence et procède selon ses propres principes. Et c'est précisément le même rapport qu'Ibn Rushd entendait établir entre la philosophie et la religion.

Les œuvres d'Ibn Rushd comprennent, avant 1162/558 H., les *Paraphrases* ou *Petits Commentaires* d'Aristote (sur l'*Organon,* la *Physique,* la *Métaphysique, Des parties et de la génération des animaux…*), ainsi que la première rédaction d'un imposant ouvrage de médecine, *Kitāb al-kulliyāt fī'l-tibb* [Livre des généralités sur la médecine]. Les quinze années suivantes correspondent à l'époque de composition des *Petits et Moyens commentaires (talkhīs)* d'Aristote (sur l' *Âme,* la *Génération et corruption*, l'*Intellect et l'Intelligible*, la *Météorologie*). De 1174/570 H. à 1180/576 H. voient le jour les écrits originaux et donc spécifiquement averroïstes tels que : *Opuscules sur l'intellect, De substantia orbis, Fasl al-maqāl, Kashf an-manāhij, Tahāfut al-Tahāfut* et une foule d'opuscules sur divers sujets philosophiques. Les *Grands Commentaires (tafsīr)* du corpus aristotélicien, tel celui de l'*Âme* et surtout celui de la *Métaphysique,* furent rédigés plus tardivement, et à leur suite un opuscule sur la *République* de Platon. Les ouvrages théologico-philosophiques

d'Ibn Rushd traitent de la convergence entre la Loi religieuse *(charī'a)* et la philosophie *(hikma),* des dogmes religieux et du danger de certaines innovations interprétatives.

Dans *Fasl al-maqāl wa taqrīb ma bayn al-chari'a wa'l-hikma min ittisāl* [Traité décisif et exposition de la convergence qui existe entre la Loi religieuse et la philosophie], se fondant sur certains versets coraniques interprétés, comme la recommandation d'user des inférences purement rationnelles *(qiyās 'aqlī)* ou accompagnées d'inférences fondées sur la Loi *(qiyās char'ī),* Ibn Rushd montre que « la Loi établit la légitimité de la spéculation rationnelle *[nadhar]* dont la méthode atteint sa perfection avec le syllogisme démonstratif *[burhān]* ». Il note : « Celui qui interdit l'étude des livres de philosophie à quelqu'un qui y est apte, parce qu'on juge que certains hommes de rien sont tombés dans l'erreur pour les avoir étudiés, ressemble à celui qui interdirait à une personne altérée de boire de l'eau fraîche et bonne et la ferait mourir de soif, sous prétexte qu'il y a des gens qui se sont noyés dans l'eau. »

On peut se poser la question de savoir comment Ibn Rushd peut être à la fois musulman, cadi et philosophe, qui plus est aristotélicien, pour qui le monde est éternel. S'expliquant lui-même sur la question, il relève qu'il n'y a pas de contradiction entre la philosophie et la religion, car « le vrai ne peut contredire le vrai », aussi se propose-t-il légitimement d'« unir le rationnel *(ma'qūl)* et le traditionnel *(manqūl)* ». Un tel programme lui paraît bien possible, car tout esprit est censé comprendre et interpréter le Texte sacré (le Coran), émanant de Dieu et destiné à tous les hommes. Toutefois, le Texte sacré, et donc la Loi divine, comportant un sens exotérique *(zāhir)* et un ou plusieurs sens ésotériques *(bātin),* un discernement des esprits s'impose, de même que le respect d'une hiérarchie dans les degrés d'intellection de la vérité. En somme, les hommes capables de science doivent veiller à ne pas divulguer aux ignorants et aux faibles d'esprit le sens ésotérique des prescriptions et des enseignements de la religion, car toute divulgation intempestive est source de confusion. Il s'agit néanmoins d'une même vérité, mais qui se présente à des échelles d'interprétation et de compréhension différentes. C'est ainsi que, face à une telle attitude, plutôt équivoque, certains ont pu attribuer abusivement à Ibn Rushd l'idée qu'il puisse y avoir deux vérités contradictoires : la fameuse doctrine dite de la « double vérité » ou « des deux vérités » soutenant qu'il existe une vérité pour les philosophes, à savoir la philosophie, et une autre pour les masses, à savoir la religion. En fait, cette théorie ne fut pas son œuvre, mais celle de l'averroïsme politique latin. Si Ibn Rushd chercha à établir l'accord entre la religion et la philosophie, « il ne s'agit pas, comme le croiront les extrémistes de l'averroïsme latin, de "deux vérités". Il s'agit bien d'une seule vérité, mais exprimée sous deux modes différents, en sa claire structure intelligible par les sages, sous un revêtement de symboles à l'usage du peuple, par les prophètes[90] ».

En outre, si les préceptes pratiques s'imposent à tous indistinctement, les attitudes, elles, doivent nécessairement différer dans l'approche conceptuelle. Pour Ibn Rushd, la seule attitude qui n'était pas justifiée était celle des théologiens *(mutakallimūn)* qui, communiquant aux gens du commun des interprétations mal fondées, jetaient le trouble dans les esprits. Pour lui, la science du *kalām* était pour « esprits malades » et ne pouvait que « mettre en pièces la Loi religieuse ». Il critiqua donc les théologiens en tant que « faux savants » pour avoir fait tort et à la Révélation et à la raison, tandis que lui, s'appuyant sur l'une et l'autre, tenta d'expliquer la Révélation sans faire injure à la raison, tout en reconnaissant que la raison (l'intelligence) est incapable de saisir Dieu.

Ainsi, Ibn Rushd fut amené à conclure que « la philosophie *[hikma]* était la compagne de la Loi religieuse *[charī'a]* et sa sœur de lait[91] ». Le fond de sa démonstration sur la question est qu'il ne saurait y avoir de contradiction entre les deux, mais seulement une différence d'exposition, différence qui est corrélative de la diversité entre les genres d'argumentation et les types d'esprit. « L'argumentation peut être démonstrative, dialectique, rhétorique ; la première est destinée aux philosophes, la troisième aux gens du commun ; l'une et l'autre sont légitimes parce qu'elles atteignent leur fin, qui est d'enseigner la vérité d'une façon convenable à deux types d'esprit. La deuxième est celle des théologiens ; il faut la proscrire, car elle sème le trouble dans les âmes simples sans satisfaire aux exigences de la démonstration[92]. » On ne peut donc ramener la pensée d'Ibn Rushd à ces mots fameux et certes significatifs, mais qu'il faudrait replacer dans leur contexte : « Ô hommes ! Je ne dis pas que cette science que vous nommez science divine soit fausse, mais je dis que, moi, je suis sachant de science humaine. » En lisant ces mots, on peut affirmer que l'origine de l'humanité nouvelle qui brilla durant la Renaissance se trouve là.

Dans le *Kitāb al-kashf an-manāhij al-adilla fī aqā'id al-milla* [...] [Livre d'exposition ou de dévoilement des méthodes de démonstration relatives aux dogmes de la religion (...)], s'appuyant sur certaines bases définies dans son *Fasl al-maqāl* [Traité décisif] et liées aux rapports entre la religion et la philosophie – distinctions corrélatives des sens du Coran, des capacités intellectuelles et des modes de démonstration –, Ibn Rushd définit lui-même le propos comme « l'examen du sens apparent *[zāhir]* des dogmes auxquels le Législateur voulait que le commun adhère. » Dans l'ensemble de cet ouvrage, Ibn Rushd se trouve au point de convergence de trois perspectives doctrinales : la théologie musulmane qu'il refuse mais qu'il connaît suffisamment bien pour la critiquer de l'intérieur, la Révélation coranique et la philosophie d'Aristote qu'il accepte comme étant deux expressions différentes du vrai. Cependant, il ne croit pas que la raison soit capable de saisir tout le contenu de la Révélation. Afin de « réhabiliter » la philosophie, Ibn Rushd tenta de

démontrer dans ce traité qu'il ne peut exister de conflit fondamental avec la religion pour la bonne raison que, pour assurer son salut, le philosophe est tenu également de s'en référer aux textes sacrés.

Le *Tahāfut al-Tahāfut* [Incohérence de l'incohérence] critique et réfute les positions philosophiques des théologiens – jugées fondées sur des procédés non démonstratifs, voire purement dialectiques – pour assurer l'indépendance de la philosophie à l'égard de la théologie. L'ouvrage était, en fait, une réponse critique au célèbre *Tahāfut al-falāsifa* [Incohérence des philosophes], dans lequel le grand penseur et théologien Al-Ghazālī s'attachait à détruire la philosophie en réfutant toutes les certitudes des philosophes, mais où « éclate le paradoxe d'Al-Ghazālī qui, si convaincu de l'incapacité de la raison à atteindre la certitude, a du moins la certitude de détruire, à coup de dialectique rationnelle, les certitudes des philosophes[93] ».

Ibn Rushd était parfaitement conscient de ce paradoxe, d'où l'intitulé de son ouvrage, dans lequel, suivant pas à pas le texte d'Al-Ghazālī, il contesta méthodiquement ses arguments, cherchant parfois à le mettre en flagrante contradiction avec lui-même. Son but était, en fait, non la réhabilitation des philosophes critiqués par Al-Ghazālī (notamment Al-Fārābī et Ibn Sīnā), mais la restauration de la vraie philosophie, celle du vrai Aristote, contre la fausse, celle des *falāsifa* néoplatoniciens (Ibn Sīnā en particulier), et contre les systèmes théologiques, davantage portés vers la manipulation des concepts que vers la recherche de la vérité. Embrassant alors tous les grands problèmes philosophiques, la doctrine philosophique d'Ibn Rushd se trouve exposée dans cette œuvre majeure. Pour expliquer la création du monde, il propose la solution de la création éternelle et rejette les doctrines émanatistes, à savoir que l'Un ne peut engendrer que l'un. À la critique par Al-Ghazālī des preuves philosophiques de l'éternité du monde, Ibn Rushd réplique longuement en cherchant à concilier la conception aristotélicienne du Premier Moteur immobile avec l'idée coranique de création et explique la création éternelle par l'actualisation éternelle de la puissance en acte. Pour les aristotéliciens, le devenir est l'actualisation de ce qui est en puissance, et Al-Ghazālī, comme les ash'arites, nie la puissance. En somme, pour Ibn Rushd, rien ne pouvant passer du néant à l'être, tout est donc une immense évolution.

Pour lui, les concepts religieux sont les symboles d'une vérité philosophique supérieure et non des réalités en soi. Il avait foi en la raison et croyait fermement en sa capacité d'atteindre à une connaissance absolue. S'il traita sans ménagement Al-Ghazālī, c'est qu'il estimait que celui-ci, employant la dialectique elle-même pour dénoncer l'impuissance de la philosophie à atteindre la vérité, était « un renégat de la philosophie qui a tiré tout son savoir des écrits philosophiques et qui maintenant dirige contre les philosophes des armes que ceux-ci lui ont eux-mêmes fournies[94] ». Le *Tafsīr*, ou commentaire de la *Métaphysique* d'Aristote, et la critique des interprétations qui en furent

faites conduisirent Ibn Rushd à poser un double intellect de l'espèce humaine : l'Intellect agent (unique pour l'humanité entière, car immatériel et éternel) et l'Intellect passif ou matériel[95] ; c'est en eux que s'opère la connaissance intellectuelle. Chaque homme y participe, à sa propre initiative, par la méditation des images mentales qui lui sont propres et dont sont abstraits les intelligibles. Dans cette doctrine – difficile – de la « jonction », la béatitude humaine est dans la perfection du savoir que seul le philosophe atteint, n'étant ni soumis au sensible et attaché aux images ni limité dans sa quête de la vérité par le sens littéral ou probable des théologiens, mais « joint » à l'Intellect agent dans sa contemplation de l'intelligible pur : large vision des choses, mais par trop intellectualisée !

Concernant la *Métaphysique* d'Aristote et les principales idées qu'il en tira à la fin de sa vie, maîtrisant sa pensée et sa méthode, Ibn Rushd détermina la doctrine aristotélicienne tout en exprimant à son sujet ses opinions personnelles. Pour réaliser un travail aussi considérable, il dut mettre à contribution tous les travaux et traductions arabes disponibles sur les œuvres d'Aristote, de même que les écrits des différents commentateurs grecs, tels Alexandre d'Aphrodise, Themistius[96] et Jean Philopon.

Pour Ibn Rushd, l'objet de la métaphysique est l'être en tant qu'être *(al-mawjūd bi-mā huwa mawjūd)* et tout ce qui se rattache à lui en tant qu'être, y compris ses causes *(asbāb)* : elle est, en somme, la seule science qui spécule sur l'être tout en se portant sur l'étude de certains mots. Toutefois, elle vient après la physique, qui lui apporte l'expérience concrète des êtres, d'où son appellation de métaphysique *(mā ba'd al-tabīā).* C'est donc en restant au contact des êtres concrets que la métaphysique pose la question de leur être, c'est-à-dire de leur existence.

Quant à la métaphysique parfaite, elle serait semblable à la science qui est celle de Dieu et à laquelle le philosophe tend sans toutefois y parvenir, car il ne peut échapper totalement aux idées génériques et aux perceptions matérielles, pour la simple raison que l'analogie ne peut être un moyen de connaissance parfait. La métaphysique atteindra son apogée si, parmi les êtres, il existe des natures séparées de la matière *(al-tabā'i al-mufāriqa),* c'est-à-dire des réalités non composées de matière et de forme. Il se trouve justement que la théologie a pour objet un être ainsi séparé, immobile et éternel. Or, Dieu n'est pas l'être en tant qu'être, même considéré dans l'absolu, car tout être, avant d'être ce qu'il est, est d'abord. En outre, l'idée de Dieu ne peut être tirée de la notion d'être en tant qu'être par une sorte de séparation. Selon Roger Arnaldez : « C'est donc en étudiant les êtres concrets et leurs causes dans la répartition des dix catégories[97] que la métaphysique doit partir à la recherche de Dieu, découvrant la distinction de la matière et de la forme, puis de la puissance et de l'acte, pour atteindre à une cause qui ne comporte ni matière ni puissance et qui est le moteur éternel et immobile. Ainsi, entre la physique

et la théologie se situe une recherche métaphysique intermédiaire au niveau de l'universalité concrète de l'être en tant qu'être dans tous les êtres. Elle prépare cette théologie dont l'objet n'est ni spirituel au sens mystique ni idéal au sens platonicien, mais réellement métaphysique.»

On comprend dès lors pourquoi Ibn Rushd accorde une si grande importance à l'accidentel et au hasard dans tous les phénomènes, soulignant même la nécessité des causes accidentelles dans ce monde. Sans doute la relation de la cause à l'effet est-elle toujours nécessaire, mais il soutient cependant qu'une cause peut interférer dans un processus naturel qui, en tant que tel, est étranger à sa causalité. Si le feu brûle ou chauffe, c'est son effet naturel. Mais s'il brûle une personne, sa causation intervient dans le processus naturel de la vie et le détruit, bien que la fin naturelle du feu ne soit pas d'altérer les processus naturels de la vie.

Ibn Rushd aborde, par ailleurs, la délicate question de la substance première et de la nécessité ontologique. Sans rentrer dans des développements d'une grande subtilité, notons rapidement que la substance n'est pas un universel, contrairement à ce que pense Platon ; elle se divise en substance sensible[98], relevant de la physique, et en substance immobile et séparée, relevant de la métaphysique. Quant à la matière, étant commune à tous les êtres matériels, elle a donc « la nature de quelque chose d'universel », mais, étant en puissance, elle peut donc exister dans la pluralité à travers la forme, encore qu'elle n'ait pas d'existence hors de l'âme.

À propos de l'agent, Ibn Rushd critique les théologiens qui n'admettent qu'une cause efficiente unique et qui nient les causes secondes (toute action étant création *ex nihilo* pour eux). Pour lui, l'agent véritable est celui qui fait passer un sujet de la puissance à l'acte et qui unit donc matière et forme. Ainsi, il introduisit maints accommodements dans la doctrine métaphysique d'Aristote, même s'il conserva celle-ci dans sa valeur démonstrative.

Outre ses écrits philosophiques dans lesquels éclata, certes, tout son génie, Ibn Rushd composa des traités de médecine, d'astronomie, de physique, de droit et de grammaire.

En médecine, il rédigea, vers 1169/565 H., un grand traité, *Kitāb al-kulliyāt fī'l-tibb* [Livre des généralités sur la médecine], traduit en latin en 1255 sous le titre de *Colliget* par Bonacossa (un médecin juif de Padoue) et qui en fit l'un des maîtres, avec Al-Zahrāwī, Ibn Zuhr et Ibn Maymūn (Maïmonide), qui illustrèrent et marquèrent profondément la science médicale en Espagne musulmane. Ce vaste compendium, pour la compréhension duquel son auteur exigeait la connaissance préalable de la logique et des sciences naturelles, recèle nombre d'idées originales et brillantes, notamment sur le rôle de la rétine dans la vision et sur des maladies qui n'atteignent jamais deux fois la même personne. Ibn Rushd fut le premier à révéler que la variole, comme certaines maladies infectieuses, confère à celui qui en est atteint l'immunité à vie.

Ibn Rushd aimait répéter que l'étude de l'anatomie renforçait la foi en Dieu. Il étendit ses méthodes de démonstration et d'organisation de la pensée sur une base axiomatique ou déductive, suivies en philosophie, à tous les domaines qu'il aborda dans ses écrits. À ce propos, en composant son encyclopédie médicale[99] sur les « généralités », il avait demandé à son collègue, ami et maître Abū Marwān ibn Zuhr, de rédiger parallèlement un grand ouvrage sur les « particularités » (la thérapeutique), afin d'établir ensemble un traité complet sur l'art médical. Par ailleurs, Ibn Rushd écrivit des commentaires sur le poème médical *Al-Urjūza fī'l-tibb,* et surtout sur le fameux *Qānūn fī'l tibb* [Canon de la médecine] d'Ibn Sīnā, de même que sur les œuvres de Galien. On lui doit, en outre, des traités sur la thériaque (préparation contenant des principes actifs, dont l'opium, et employée contre la morsure des serpents), sur les poisons et sur les fièvres.

En astronomie, les conceptions d'Ibn Rushd étaient plutôt théoriques. Après avoir passé en revue les acquisitions et les idées antérieures (il résuma le célèbre *Almageste* de Ptolémée), il se rallia, après mûre réflexion, à ses contemporains (Ibn Bājja, Ibn Tufayl, Al-Bitrūjī), qui rejetaient la théorie générale de Ptolémée, et donc sa représentation des mouvements célestes, et prônaient le retour à Aristote. Il croyait fermement à un mouvement uniforme et régulier de tous les corps célestes mobiles – la physique l'imposait, selon lui – et s'opposa résolument aux mouvements excentriques de Ptolémée ; il assurait que l'ingénieux système de l'équant[100] « ne s'accordait pas à la nature des choses[101] ». Il admettait cependant l'idée des sphères homocentriques (centrées sur la Terre immobile, la sphère ultime portant les étoiles) proposées à l'origine par Eudoxe de Cnide et qui, à l'époque d'Aristote, étaient au nombre de cinquante-cinq pour rendre compte de tous les divers mouvements célestes observés. Grâce à une sélection des mouvements, opérée avec un soin tout particulier, Ibn Rushd parvint à réduire ce nombre à quarante-sept pour obtenir toutes les variations de mouvement nécessaires.

En droit, Ibn Rushd rédigea son fameux *Bidāyat al-mujtahid wa nihāyat al-muqtasid* [Début pour qui s'efforce (à un jugement personnel) et fin pour qui se contente (de l'enseignement reçu)], ouvrage consacré à des questions de *fiqh* (droit musulman) et consulté encore de nos jours. La méthode démonstrative et la démarche axiomatique, si chères à Ibn Rushd, se manifestent jusque dans ce traité de droit, dans lequel il expose les points de vue de différentes écoles juridiques tout en cherchant à les justifier, chacune dans son système propre. Il s'agit d'un remarquable travail d'analyse et de synthèse.

Ibn Rushd fut, sans conteste, l'un des plus grands esprits de son temps – pour certains, il fut le dernier grand philosophe arabe –, dont l'œuvre, traduite en latin et introduite vers 1240 à l'Université de Paris (alors centre intellectuel de l'Europe), eut un grand retentissement en Occident, alors qu'elle passa presque inaperçue en Orient. Son interprétation de la *Métaphysique*

d'Aristote à la lumière du Coran exerça, en particulier, une profonde influence sur la pensée chrétienne médiévale, au point de cristalliser sur lui, à plusieurs reprises, les alliances et surtout les oppositions les plus passionnées dans l'affrontement de la raison et de la foi.

L'œuvre d'Ibn Rushd, abondamment commentée et critiquée grâce aux traditions hébraïques et latines, joua un rôle considérable sur la pensée médiévale chrétienne et juive jusqu'à la Renaissance italienne, au point qu'on a pu parler d'un « averroïsme latin ». Parmi ses héritiers critiques, on peut citer Ibn Maymūn (Maïmonide), Siger de Brabant, Levi Ben Gerson, Albert le Grand et Thomas d'Aquin.

Dans un premier temps, des maîtres comme Thomas d'Aquin recoururent à Ibn Rushd, mais, tandis qu'ils contestaient déjà plusieurs points, jugés inconciliables avec leur foi chrétienne, d'autres maîtres, tel le philosophe Siger de Brabant (1235-1281), entraînés par leur aristotélisme radical, tinrent l'autonomie de toute science dans son domaine propre. C'est ainsi que ces derniers furent amenés à s'abriter derrière l'autorité d'Ibn Rushd pour élaborer leur théorie de la « double vérité » qui, n'excluant pas que la vérité de la raison puisse contredire celle de la foi, fut condamnée en 1277 par la Sorbonne, puis par le pape Léon X en 1513.

Cependant, après la constitution de la *falsafa* classique, ce fut l'œuvre d'Ibn Rushd et celle d'Ibn Sīnā (Avicenne) qui marquèrent le plus la scolastique latine. Selon le penseur contemporain Mohammed Arkoun, « c'est Averroès qui, en approfondissant le rationalisme d'Aristote dans ses commentaires très denses, a créé les nouvelles conditions intellectuelles dont Maïmonide pour les juifs, saint Thomas d'Aquin pour les catholiques ont tiré profit pour élaborer leurs systèmes théologiques. Médiateur, au sens le plus fort du terme, Ibn Rushd rendit possible la tentative de concilier philosophie rationnelle et foi révélée, qui allait caractériser toute la scolastique occidentale, et en particulier celle de Thomas d'Aquin[102]. Il exerça ainsi une influence considérable sur la philosophie européenne du Moyen Âge et des siècles suivants, même si les idées, par leur nouveauté et leur audace, firent souvent scandale auprès des défenseurs de la tradition tant chrétienne qu'islamique ».

Ibn Rushd clôtura la grande lignée des *falāsifa*, car, après lui, on assista au tarissement de la pensée spéculative gréco-arabe, voire de toute spéculation purement philosophique dans le monde arabo-musulman, les penseurs ultérieurs ayant pratiquement circonscrit toute leur activité intellectuelle et spirituelle à la seule spéculation juridique formaliste. Certes, dans l'optique occidentale, Ibn Rushd passe pour être le plus éminent représentant de la « philosophie arabe », laquelle atteignit avec lui son achèvement. Mais, si la tradition philosophique de la *falsafa* a pu s'achever avec Ibn Rushd, et peut-être même toute la philosophie en tant que discipline intellectuelle autonome et dynamique, ce ne fut pas le cas pour toute la philosophie arabo-islamique.

Ainsi, la pensée philosophique arabo-islamique ne disparut nullement avec Ibn Rushd. « On peut plutôt dire qu'elle s'immergea dans un flot de mysticisme qui jaillit de l'Andalousie musulmane au XIIIe siècle/VIIe H. et se répandit en Orient. Cette effusion mystique n'a pas cessé depuis d'attirer et de nourrir les plus grands esprits de l'Islam, et influença tous les niveaux de l'activité intellectuelle[103]. » Les penseurs iraniens, en particulier, continuent de nourrir cette pensée encore que, selon C. Jambet, ils « sont le plus souvent des gnostiques pour qui l'élaboration conceptuelle ne se sépare jamais d'une réalisation personnelle et d'une expérience vécue ».

Les XIVe et XVe siècles virent l'apogée de la pensée d'Ibn Rushd : dans les universités européennes, ses commentaires étaient substitués même aux traités d'Aristote. Certes, si les adhésions furent enthousiastes, les réactions contre l'averroïsme ne furent pas moins passionnées, surtout celles venant des milieux orthodoxes et qui gagnèrent ensuite les humanistes de la Renaissance (Pétrarque alla jusqu'à l'insulte et à la haine raciale), encore qu'il fallût faire une nette distinction entre la philosophie d'Averroès et sa pensée authentique, d'une part, et l'averroïsme et toutes les idées qui lui furent indûment attribuées, d'autre part. Selon H. Bammate, il faut reconnaître qu'Ibn Rushd « domina pendant plusieurs siècles la pensée philosophique de l'Occident, que ses doctrines – même déformées et travesties, autant par les partisans zélés que par les adversaires implacables – révolutionnèrent les esprits des élites intellectuelles de l'Europe et contribuèrent à l'affranchissement de la pensée occidentale de certaines entraves qui l'emprisonnaient ». Quant au discours philosophique d'Ibn Rushd, on a pu le définir comme étant un rationalisme critique et réaliste, ce qui lui permit de porter un nouveau regard sur le rapport entre religion et philosophie en tentant ainsi de préserver l'identité et l'indépendance de chacun de ces deux domaines dans la recherche de la Vérité.

Ibn Rushd fut presque sans postérité dans le monde arabo-musulman. Seul son grand contemporain juif andalou Maïmonide a pu être compté parmi ses héritiers :

Abū Imrān Mūsā ibn Maymūn (plus connu sous le nom de Moïse Maïmonide)

Mosheh ben Maymon en hébreu, théologien, philosophe et médecin hispano-juif (né en 1135/529 H. à Cordoue, mort en 1204/601 H. à Fustāt, près du Caire, en Égypte). Ce grand érudit, dont les œuvres furent composées pour la plupart en arabe avant d'être traduites par la suite en hébreu et en latin, fuyant l'Espagne des Almohades, s'établit définitivement en Égypte où il devint médecin à la cour du sultan ayyūbide Salāh al-Dīn (Saladin).

Il fut surtout connu comme théologien grâce à son *Commentaire de la Mishna*[104] et son *Mishné Thora* (code religieux et abrégé du Talmud[105]), ainsi

que comme philosophe, disciple d'Ibn Rushd, mais avec quelques marques d'influence d'Ibn Sīnā, d'Al-Ghazālī, d'Ibn Bājja et surtout d'Al-Fārābī en tout ce qui concerne la logique et la philosophie politique. Son célèbre *Dalālat al-hā'irīn* [Guide des égarés], s'inscrivant dans la voie ouverte par la *falsafa* et tendant à concilier religion révélée et philosophie, tente d'établir l'accord entre la foi et la raison et de rapprocher le judaïsme du rationalisme aristotélicien. Dans cette œuvre majeure, Ibn Maymūn s'attacha à dissiper l'état de perplexité des intellectuels juifs, que le discours philosophique interpelle mais qu'une foi, non éclairée par l'intelligence, ne peut pleinement satisfaire, en vue de les ramener à l'enseignement biblique et rabbinique concernant notamment Dieu et l'origine du monde. Il y traita également des limites de l'intellect humain, de la liberté, de la croyance et de l'Univers, tout en affirmant que l'éternité du monde et la loi de nécessité pour Dieu enseignées par Aristote ne sauraient être des certitudes philosophiques.

En médecine, il traita notamment des hémorroïdes, de l'asthme, de la dépression nerveuse ou « mélancolie », de la psychothérapie, de la pharmacologie, des régimes alimentaires. Il composa une douzaine d'écrits dont le *Kitāb al-fusūl* [Livre des aphorismes], recueil de citations, surtout de Galien, et le *Traité de la conservation et du régime de la santé,* ouvrage d'hygiène qui renferme de nombreux conseils pratiques relatifs à la diététique et à l'hygiène individuelle.

NOTES

32. Le néoplatonisme, représenté par Plotin (205-270), Porphyre (234-305), Proclus (412-485), Simplicius (VIe siècle) et Jean Philopon (490-566), tenta d'opérer une synthèse entre idéalisme platonicien, « théologie » aristotélicienne, ésotérisme pythagoricien et doctrines mystiques orientales.
33. Claude Cahen, *L'Islam*, Paris, Hachette, 1997.
34. Doctrine portant essentiellement sur la théologie, mais utilisant des méthodes de l'argumentation, du raisonnement et de la dialectique inspirées des philosophes grecs. Concernant la transcendance et l'inaccessibilité absolue de Dieu, ils prônent le libre arbitre et l'idée du Coran créé.
35. Influence plus décisive sur les penseurs chrétiens que sur les penseurs musulmans : les courants avicennisant et averroïste faillirent ébranler les fondements religieux de l'Occident médiéval (rapports de la foi et de la raison).
36. Henry Corbin, *Histoire de la philosophie islamique*, Paris, Gallimard, 1986.
37. Cyril Glassé, *Dictionnaire encyclopédique de l'islam*, Paris, Bordas, 1991.

38. Il ne voyait pas d'opposition entre philosophie et révélation prophétique, ce qui lui fut reproché.
39. A. Hassan et D. Hill, *Sciences et techniques en Islam*, Paris, Edifra, 1982.
40. Le néoplatonisme tente de montrer l'accord entre Platon et Aristote et enseigne qu'il y a une hiérarchie des sphères d'existence, dont la plus élémentaire est dans le temps et l'espace et peut être perçue par les sens. Les autres sphères, situées hors du cadre spatio-temporel, découlent les unes des autres. Dans cette théorie de l'émanation (ou de la procession), la sphère d'être la plus haute, dont tout dérive, découle du principe ultime qui transcende tout : l'Un ou le « Bien ultime ».
41. Les rationalistes, mu'tazilites ou ash'arītes, se servaient de la raison pour étayer leur foi. Les soufis (mystiques) recouraient à l'intuition pour rechercher une règle de vie afin d'« entrer en communion avec Dieu ».
42. Mohammed Arkoun, *La Pensée arabe*, Paris, PUF, « Que sais-je ? », 1979.
43. Il rédigea le *Kitāb fī'l-sīnā'at al-uzmā* [Livre sur le grand art] sur l'astronomie ptoléméenne, en se fondant sur le commentaire de Théon d'Alexandrie à l'*Almageste*.
44. Dans la création de tout objet interviennent quatre causes : la *cause matérielle* (la matière dont est fait l'objet), la *cause efficiente* (l'opérateur qui agit sur la matière), la *cause formelle* (la forme que l'on donne à l'objet), la *cause finale* (l'usage auquel on destine l'objet).
45. L'acte s'oppose à la puissance. L'être en acte est l'être pleinement réalisé par opposition à l'être en voie ou en puissance (potentialité).
46. Cette union paraît difficile, car, pour lui, le monde ayant commencé n'est donc ni éternel ni infini, contrairement à l'affirmation de bien des grands penseurs grecs, dont Aristote.
47. Il découvrit un procédé de préparation de l'alcool à base de vin additionné de soufre et écrivit sur les élixirs.
48. Louis Gardet, *L'Islam, religion et communauté,* Paris, Desclée de Brouwer, 1967.
49. Protecteur d'Al-Fārābī et des grands poètes Al-Mutanabbī et Abū Firas.
50. Il fut considéré comme l'initiateur de la logique et de la philosophie politique.
51. D. Huisman, *Dictionnaire des mille œuvres clés de la philosophie*, Paris, Nathan, 1993.
52. Il s'appuyait sur Aristote pour la logique, la métaphysique et l'éthique, et sur Platon dans le domaine de la science politique.
53. La grande absente, dans cette classification, est la médecine.
54. Le système moniste (considérant l'ensemble des choses réductibles à l'unité) qui unit métaphysique et politique.
55. Haidar Bammate, *Apport des musulmans à la civilisation*, Lyon et Genève, Éditions Tawhid, 1998.

56. Le problème des rapports entre l'essence et l'existence est capital dans la métaphysique depuis Aristote; la notion de ce qu'est une chose (son essence) n'inclut pas qu'elle soit (son existence).
57. Il emprunta à Plotin l'idée générale de la production des êtres qui va de l'Un au Multiple.
58. Mohammed Abed al-Jabri, *Critique de la raison arabe*, Casablanca, Le Fennec, 1995.
59. Sa terminologie de la scolastique islamique, traduite en latin, sera adoptée par Thomas d'Aquin au XIIIe siècle.
60. Richard Walzer, *Encyclopédie de l'Islam*, Leyde/Paris, Brill, 1975.
61. Louis Gardet, *op. cit.*
62. L'opposition entre religion et philosophie disparaît si l'on considère que ce que dit la première est l'allégorie de ce que dit la seconde.
63. Al-Amirī faisait de Platon un des cinq piliers de la sagesse, les autres étant Empédocle, Pythagore, Socrate et Aristote.
64. Euripide (ve siècle avant J.-C.) disait, quant à lui : « Parle si tu as des mots plus forts que le silence, sinon tais-toi. »
65. D. Sourdel, *L'Islam*, « Que sais-je ? », PUF, Paris, 1999.
66. Le théologien Abū'l-Hasan Alī al-Ash'arī (mort en 935/324 H.) est considéré comme l'initiateur de cette doctrine du « juste milieu » entre les interprétations purement littérales du Coran et l'exégèse rationnelle.
67. Cet ouvrage rendit si clairement compte de la pensée aristotélicienne qu'Al-Ghazālī passa pour une autorité en la matière auprès des scolastiques latins des XIIe et XIIIe siècles.
68. Ce mot a été traduit par : effondrement, incohérence et réfutation.
69. Cyril Glassé, *Dictionnaire encyclopédique de l'Islam*, Paris, Bordas, 1991.
70. La lecture du Coran peut engendrer des états mystiques : repentir, patience, abandon total à Dieu et agrément à Sa volonté.
71. Roger Arnaldez, « Al-Ghazāli », *Encyclopaedia Universalis*, Paris, A. Michel, 1997.
72. Cité par H. Corbin, *Histoire de la philosophie islamique*, Paris, Gallimard, 1986.
73. Cité par L. Gardet, *op. cit.*
74. La *falsafa* fut condamnée par le hanbalisme et par Taqī al-Dīn ibn Taymiyya (mort en 1328/728 H.).
75. L. Gardet, *op. cit.*
76. Osman Yahia, « Islam », *Encyclopaedia Universalis*, Paris, A. Michel, 1997.
77. C. Glassé, *Dictionnaire encyclopédique de l'Islam*, Paris, Bordas, 1991.
78. « Plantes » solitaires dont parle Al-Fārābī dans son *Al-Siyāsa al-madaniyya* et qui sont en fait les philosophes placés dans le milieu défavorable des cités imparfaites.
79. H. Corbin, *op. cit.*
80. Richard Walzer, *Encyclopédie de l'Islam*, Leyde/Paris, Brill, 1975.

81. Ce système est connu d'après des écrits d'Al-Bitrūjī et d'Ibn Maymūn (Maïmonide).
82. Ibn Tufayl notait à propos d'Ibn Bājja : « Nul n'eut un esprit plus pénétrant, une vue plus sûre et plus juste. »
83. Juan Vernet, *Ce que la culture doit aux Arabes d'Espagne*, Paris, Sindbad, 1985.
84. Il apprit par cœur le *Muwatta* de l'imam Mālik ibn Anas, fondateur de l'une des quatre écoles de jurisprudence *(madhhab)* de l'islam sunnite.
85. Cité par H. Corbin, *Histoire de la philosophie islamique*, Paris, Gallimard, 1986.
86. Rédigés en trois versions (court, moyen et long) selon l'usage des écoles traditionnelles de son temps.
87. Cité dans « Islam », *Encyclopaedia Universalis*, Paris, A. Michel, 1997.
88. Méthode qui pourrait être assimilée à la méthode axiomatique ou méthode procédant déductivement.
89. M. Abed al-Jabri, *Introduction à la critique de la raison arabe*, Casablanca, Le Fennec, 1995.
90. L. Gardet, *L'Islam, religion et communauté*, Paris, Desclée de Brouwer, 1967.
91. Cité par V. Monteil, *Clefs pour la pensée arabe*, Paris, Seghers, 1977.
92. J. Jolivet, « Islam », *Encyclopaedia Universalis*, Paris, A. Michel, 1997.
93. H. Corbin, *op. cit.*
94. Cité dans l'*Encyclopédie de l'Islam*, *op. cit.*
95. Cet intellect se comporte à l'égard du premier comme la matière à l'égard de la forme.
96. Philosophe grec (IVe siècle après J.-C.), auteur notamment de *Périphrases sur Aristote.*
97. Aristote retient dix manières ou catégories de l'être : substance, qualité, quantité, relation, lieu, temps, position, possession, action et passion.
98. Cette substance subtile peut être éternelle *(sarmadī)* comme le ciel ou corruptible *(fāsid).* Seule la substance sensible éternelle relève de la physique.
99. Traitant théoriquement d'anatomie, d'hygiène, de pathologie, de symptomatologie, de thérapeutique, mais aussi des médicaments et des régimes alimentaires.
100. Théorie qui explique le mouvement irrégulier des planètes en termes réguliers (le mouvement circulaire des planètes étant uniforme autour de ce point qui n'est pas identique à leur centre géométrique).
101. C. Ronan, *Histoire mondiale des sciences*, Paris, Le Seuil, 1988.
102. Selon Ernest Renan : « Albert le Grand doit tout à Avicenne; saint Thomas doit presque tout à Averroès ».
103. C. Glassé, *Dictionnaire encyclopédique de l'Islam*, Paris, Bordas, 1991.
104. Interprétation de la Thora ou Pentateuque (les cinq premiers livres de la Bible).
105. Écrit qui fournit un enseignement complet et des règles de conduite dans la vie religieuse et civile des juifs.

في لونها وهيئتها لانها مركبة من اجزا اذا اقشرت بعضها عن بعض وجدت كالصفايح ولذلك سميت باليونانية فيرا اطويدوس اي القرنية ۝ وتحيط بهذه الطبقة من خارج طبقة اخرى لا تغشيها بفلان لها باليونانية افيفيقوش اي الملتحم من انها غشا يلتحم حول الطبقة القرنية ولا تغشيها كما تغشي سائر الطبقات بعضها بعضا لانه لو غشاه كله لمنع البصر من ان ينفذ ۝ ۝

وهي على هذا المثال



وانا مبتدي بالاخبار عن منافع كل واحد من الرطوبات والطبقات التي وصفنا مع ابتدا انباتها وكونها ومنشاها ومواضعها وقد كنت تقدمت في اخبارك ان الرطوبة الجليدية في وسط العين وان خلفها رطوبة واحدة وثلث طبقات وقدامها رطوبة واحدة وثلث طبقات ۝ فلنبتدي بعون الله بالاخبار عن منفعة الرطوبة التي خلف الجليدية وهي الزجاجية وعن الثلث طبقات التي ذكرنا خلفها فنقول ان كل عضو من اعضا البدن لا بد له من غذا وذلك لانه لا بد له من ان ينقص منه شي بتحلل الحرارة الطبيعية من داخل وحرارة الهوى من خارج فهو لذلك مضطر لا محالة الى ما يخلف ما يتحلل منه ولا يخلف ما يتحلل منه الا ما كان شبيها بما يتحلل وذلك شبيه بطبيعة العضو وكذلك يكون الغذى اعني ان يقبل العضو زيادة شبيهة بطبيعته وليس

Chapitre 4

LES MATHÉMATIQUES

L'apport des Arabes fut considérable dans toutes les branches des mathématiques, notamment en algèbre et en trigonométrie. Ils surent s'approprier les connaissances antérieures – grecques et indiennes en particulier –, qu'ils étendirent par la suite tout en les simplifiant. Grâce à leurs dispositions remarquables pour les mathématiques et à leur passion du calcul, ils parvinrent à substituer à la forme purement géométrique donnée aux mathématiques par les Grecs une forme essentiellement arithmético-algébrique.

Les mathématiques arabes se caractérisent par une synthèse profonde entre deux approches : l'une, pratique, visant à donner des formules de calcul en vue des applications dans divers domaines (détermination des heures de prière, évaluation du montant de l'aumône légale, partages successoraux, arpentage, construction, cartographie, commerce, astronomie, physique…), et l'autre, théorique, touchant le calcul algébrique, la théorie des équations et l'élaboration de méthodes algorithmiques basées à la fois sur l'algèbre et l'arithmétique. Les Arabes mirent au point des méthodes de calcul particulièrement efficaces, systématisèrent l'étude des fractions décimales[106] et des séries numériques, dressèrent des tables de fonctions précises, affinèrent la « science des chiffres », approfondirent et formalisèrent l'algèbre, et, enfin, développèrent la trigonométrie plane et sphérique.

C'est ainsi que, recueillant et adoptant, dès la fin du VIIIe siècle, le système décimal de calcul et les chiffres indiens, les Arabes s'employèrent à perfectionner ce système, sur la base duquel ils unifièrent l'arithmétique tout en allant plus avant dans l'étude des propriétés des nombres, et jetèrent ainsi les fondements de la théorie des nombres. La contribution, probablement la

plus importante, apportée par les Arabes dans cette discipline fut cependant d'avoir enseigné et propagé l'usage de ce système et de ces chiffres, plus tard appelés chiffres « arabes[107] ».

Dans le domaine de l'algèbre, née à l'origine de la spéculation des Indiens, la contribution des Arabes fut décisive : enrichie de méthodes grecques, développée et systématisée, elle fut érigée en discipline autonome tout en étant à la fois science fondamentale, technique algorithmique et art de calcul. De nombreux mathématiciens arabo-musulmans, tels Al-Khwārizmī, Abū Kāmil, Al-Karajī, Al-Samaw'āl, Umar al-Khayyām, Al-Kāshī et Al-Qalasādī, développèrent l'algèbre (souvent liée à la géométrie) à travers l'introduction de l'inconnue[108] *x*, l'étude systématique des équations linéaires, quadratiques et cubiques, les développements de l'algèbre des polynômes, de l'analyse combinatoire, de la résolution numérique et de la construction géométrique des équations et, enfin, de la théorie des nombres dans une double approche symbolique et quantitative.

En trigonométrie, les Arabes allèrent beaucoup plus loin que les Grecs et les Indiens : ils la détachèrent de l'astronomie et en firent une science autonome sous le nom de « science des triangles ». Si les Arabes ont certes emprunté le sinus et le cosinus, ils ont cependant découvert la tangente, et son inverse[109], dressé des tables précises des fonctions sinus et tangente, et ouvert ainsi de nouvelles perspectives au développement de l'astronomie, de la navigation et de la topographie.

Quant à la géométrie arabe, à la différence de l'algèbre arabe qui constitua incontestablement une innovation, elle resta largement d'essence grecque, même si quelques développements théoriques furent apportés aux travaux géométriques d'Euclide, d'Archimède, d'Apollonius de Perga ou de Ménélaüs.

La musique étant considérée alors comme une branche des mathématiques, de nombreux savants arabes traitèrent de la théorie musicale, tels Al-Kindī, Al-Fārābī et Ibn Sīnā (Avicenne), et étudièrent les diverses fonctions liées aux modes musicaux.

ABŪ JA'FAR MOHAMMED IBN MŪSĀ AL-KHWĀRIZMĪ ET LE CALCUL ALGÉBRIQUE

> « En méditant sur le fait que tous les besoins de l'homme exigent le calcul, j'ai découvert que toute chose implique les nombres… »
> *Abū Ja'far al-Khwārizmī (vers 800-850)*
>
> « Les nombres gouvernent le monde. »
> *Pythagore de Samos (vers 580-500 avant J.-C.)*

Mathématicien, astronome et géographe, Abū Ja'far Mohammed ibn Mūsā al-Khwārizmī, plus connu sous le nom d'Al-Khwārizmī et par les Latins sous

le nom d'Algorithmi ou Algorizmus (né vers 800/184 H. dans le Khwārizm ou Khārizm, près de Khiva, dans l'actuel Ouzbékistan, mort vers 850/235 H. à Bagdad), exerça une influence décisive sur les mathématiques au Moyen Âge et fut l'un des savants arabo-musulmans les plus connus en Occident. Philip K. Hitti a pu écrire pertinemment à son propos : « L'un des meilleurs esprits scientifiques de l'Islam, Al-Khwārizmī est sans doute l'homme qui a exercé le plus d'influence sur la pensée mathématique de tout le Moyen Âge. » Ce fut, en effet, avec ce grand esprit que commença véritablement l'histoire des mathématiques arabes, et, pour avoir été le premier à systématiser l'arithmétique et l'algèbre, on a pu le considérer, à juste titre, comme le père fondateur de ces deux importantes branches des mathématiques.

La vie d'Al-Khwārizmī est mal connue : on sait que, venant de son Khwārizm natal – à l'époque province persane en Asie centrale, au sud de la mer d'Aral et à l'est de la mer Caspienne –, il fut appelé à Bagdad par le calife abbasside Al-Ma'mūn, fin lettré et grand protecteur des sciences, qui le nomma bibliothécaire en chef à la *Bayt al-Hikma* (Maison de la Sagesse) qu'il venait de fonder.

Al-Khwārizmī composa l'ouvrage fondateur de l'algèbre : *Al-Mukhtasar fī hisāb al-jabr wa'l-muqābala* [Précis sur le calcul d'*al-jabr* et d'*al-muqābala*] qui, malgré sa concision et sa simplicité technique, resta longtemps source d'inspiration et objet de commentaires. En tant qu'opération algébrique, *al-jabr* signifie faire passer ou transposer dans une équation un terme négatif d'un membre à l'autre en changeant son signe, et *al-muqābala* signifie comparer, puis réduire les termes semblables dans les deux membres. Ce fut à travers cet ouvrage abondamment traduit en latin que l'algèbre fut introduite en Europe en tant que science nouvelle qui allait induire rapidement une interaction fructueuse entre les différentes branches des mathématiques.

L'algèbre d'Al-Khwārizmī, qui introduisit le concept fondamental d'équation en tant qu'expression d'un problème, resta cependant largement rhétorique, c'est-à-dire sans notation symbolique, même si elle tenta de développer une terminologie nouvelle avec le nombre simple (entier ou fractionnaire) ou *dirhām,* la racine ou *jidhr,* la chose ou *shay,* désignant l'inconnue *x* quelle que soit sa nature, et le carré de l'inconnue ou *māl.* Le mot *al-jabr,* figurant dans le titre de l'ouvrage et désignant pour la première fois une opération, fut conservé et traduit en latin par *algebra* pour désigner également tous les livres ultérieurs sur le sujet, puis toute la théorie des équations, avant de donner naissance par la suite au terme actuel d'algèbre, qui recouvre toute une branche des mathématiques.

Al-Khwārizmī composa aussi le premier manuel d'arithmétique, *Kitāb hisāb al-'adad al-hindī* [Livre de calcul des nombres indiens], basé sur le principe de position et dans lequel il décrivit systématiquement les chiffres et les règles du « calcul indien », avec introduction et usage du zéro, et exposa, en

outre, la règle de trois et le procédé d'extraction des racines carrées. Ce fut le Français Gerbert d'Aurillac (futur pape Sylvestre II) qui, de retour d'Espagne, introduisit au xe siècle en Europe les chiffres « indo-arabes » et les méthodes de calcul s'y rapportant, que les différentes traductions latines du manuel d'Al-Khwārizmī allèrent largement populariser au xiiie siècle.

Jusqu'à la fin du viiie siècle, les Arabes, comme les Grecs, notaient les nombres à l'aide de lettres. Un tel système, comme la numération romaine, n'était guère pratique pour transcrire les opérations arithmétiques et n'avait donc, pour ainsi dire, aucune portée heuristique. Or, dès le ve siècle (ou peut-être même avant), les Indiens avaient inventé un remarquable système de numération se servant uniquement de dix signes numériques (chiffres *ghubā*) comme support, appelés plus tard chiffres arabes et s'écrivant de nos jours : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0. Ce système, fort commode pour les calculs, est celui qui est universellement utilisé à présent. Les neuf premiers signes sont soumis au principe de position, car leur valeur varie en fonction de leur position dans une représentation chiffrée : ainsi, le signe 2 dans le nombre écrit 222 signifie, selon sa position, 2 centaines, 2 dizaines ou 2 unités. Les savants arabo-musulmans ayant reçu ce système de numération, Al-Khwārizmī l'adopta immédiatement, puis contribua largement à approfondir, à faire connaître et à propager les chiffres, la numération et les méthodes de calcul des Indiens.

Plusieurs auteurs ont rapporté comment cette numération et ces méthodes de calcul indiennes furent introduites dans le monde arabo-musulman. On peut citer le récit fait vers l'an 900 par l'astronome Ibn al-Adamī et rapporté par le chroniqueur Jamāl al-Dīn Abū'l-Hasan ibn Qiftī (mort vers 1248/646 H.) dans un célèbre ouvrage, *Kitāb ikhbār al-hukamā* [Livre sur la vie des sages] : « Al-Husayn ibn Mohammed ibn Hāmid, connu sous le nom d'Ibn al-Adamī, rapporte dans sa Grande Table, intitulée *Collier de perles,* qu'il se présenta devant le calife [Abū Ja'far] al-Mansūr dans l'année 156 H. [en 773] un homme venu de l'Inde, très versé dans le calcul connu sous le nom de *sindhind* (du sanskrit *siddhānta,* terme désignant les traités astronomiques indiens) et relatif aux mouvements des astres, possédant des méthodes pour calculer les équations [...]. Al-Mansūr ordonna que l'ouvrage [que détenait l'homme – il s'agit du *Mahāsiddhānta* –] fût traduit en arabe [il le fut sous le titre *Kitāb al-sindhind* (Traité du sindhind)] et que l'on composât un ouvrage que les Arabes pussent prendre pour base pour [la détermination] des mouvements planétaires. Ce travail fut confié à Mohammed ibn Ibrāhīm al-Fazārī, qui rédigea, d'après le traité astronomique indien [et d'autres écrits persans], un ouvrage appelé *Zīj al-sindhind al-kabīr* ou « Table du grand sindhind » [...]. À l'époque du calife Al-Ma'mūn et à son intention fut rédigé un abrégé [de l'ouvrage d'Al-Fazārī] par Abū Ja'far Mohammed ibn Mūsā al-Khwārizmī, qui s'en servit aussi pour dresser ses Tables, célèbres dans les pays de l'islam[110]. »

Cette méthode de calcul du *sindhind* exposée dans le *Mahāsiddhānta* est fondée sur plusieurs écrits, dont quelques éléments de l'*Aryabhatīya*, mais surtout le *Brahmasphuta-siddhānta*[111] [Système révisé de Brahma], composés respectivement par les célèbres mathématiciens et astronomes indiens Aryabhata (vers 510) et Brahmagupta (vers 628). Il est établi à présent que tous les astronomes indiens utilisèrent par la suite le système de notation des nombres au moyen des symboles sanskrits, notation qui reposait rigoureusement sur une base décimale, selon le principe de position et l'emploi d'un dixième signe jouant le rôle véritable de zéro (absence de valeur) et considéré comme chiffre autonome, voire comme nombre à part entière.

Lorsque les savants arabo-musulmans découvrirent, à la fin du VIIIe s./IIe H., la numération indienne, ils traduisirent littéralement le terme sanskrit *shūnya* (vide), désignant le zéro, par *sifr,* mot qui fut largement répandu en Europe sous diverses formes aux consonances plus latines. Et c'est ainsi que *sifr* finit par avoir aussi bien ce sens élargi traduit de nos jours par le terme de chiffre que, par contraction, celui du mot actuel zéro[112] pour désigner le lointain petit cercle de la numération indienne.

À la fin du VIIIe s./IIe H. fut traduit en arabe l'ouvrage pehlevī *Zīj al-shāh* [Tables astronomiques du roi], dont se servit pour ses calculs l'astronome et astrologue Māshā Allāh (le Meshala des Latins, mort vers 815/200 H.), tandis qu'à la même époque Al-Khwārizmī en dégagea les équations des mouvements planétaires.

Al-Khwārizmī est considéré, à juste titre, comme le plus grand savant ayant exercé à *Bayt al-Hikma* au début du IXe s./IIIe H. : ses ouvrages, en particulier ses traités sur l'arithmétique et l'algèbre, exercèrent une influence décisive sur le développement ultérieur des mathématiques, en permettant la systématisation de l'usage de la numération décimale de position et du calcul algébrique. Une telle percée fut favorisée en partie par le côté concret, utilitaire de la pensée arabo-musulmane, qui s'était très tôt tournée vers les sciences de la pratique, en particulier vers les sciences du calcul pour déterminer, entre autres, les heures de prière, les parts de l'héritage, le montant de l'aumône légale, ou pour résoudre des problèmes liés à l'activité commerciale.

Les premiers manuels de calcul, opérant avec les neuf chiffres indiens et introduisant l'usage du zéro, furent ceux d'Al-Khwārizmī, perdus dans leur version arabe, qui s'intituleraient *Kitāb hisāb al-ʿadad al-hindī* [Livre de calcul des nombres indiens] et *Kitāb al-jamʿ wa'l-tafrīq bi-hisāb al-Hind* [Livre de l'addition et de la soustraction d'après le calcul des Indiens]. Dans ces manuels, composés vers 825/210 H., Al-Khwārizmī décrivit systématiquement les chiffres et les règles du « calcul indien », notamment les quatre opérations arithmétiques sur les chiffres indiens – appelés plus tard chiffres arabes – et le calcul des fractions[113], avec, à l'appui, de nombreux exemples. Il écrivit, au début du premier ouvrage : « [...] nous avons décidé d'exposer la manière de

calculer des Indiens à l'aide des neuf caractères et de montrer comment, grâce à leur simplicité et leur concision, ces caractères peuvent exprimer tous les nombres » ; puis il expliqua en détail le principe de la numération décimale de position en soulignant l'origine indienne des neuf chiffres et de la « dixième figure en forme de cercle [le zéro] », dont il recommanda de « ne pas négliger l'usage afin de ne pas confondre les positions ».

Les premières traductions latines de ces traités d'arithmétique, faites en Espagne, le *Dixit Algorithmi* (appelé parfois *De numero indorum)* par Adélard de Bath (vers 1130) ou le *Liber alchorismi* par Robert de Chester[114] (vers 1143), contribuèrent à diffuser en Occident les principes de la numération de position et l'usage des chiffres arabes. La traduction d'Adélard de Bath connut de nombreuses adaptations dès son époque, avec l'*Algorismus* de Jean de Sacrobosco au début du XIIIe siècle et, surtout, le *Liber Alghoarismi* [ou *Algorismi*] *de practica arismetrice* [Livre d'Al-Khwārizmī sur la pratique arithmétique] de Jean de Séville, à la fin du XIIe siècle, qui jouira d'une telle renommée que le surnom latinisé d'Al-Khwārizmī, qui donnera le mot algorithme, finira par devenir en Europe la désignation générique de tout le système d'arithmétique décimale.

En 1202, Leonardo Fibonacci de Pise, certainement le plus grand mathématicien de l'Occident médiéval, composa son *Liber abaci,* véritable encyclopédie qui, intégrant l'essentiel d'Al-Khwārizmī, d'Abū Kāmil, d'Al-Karajī, d'Al-Bīrūnī mais aussi d'Euclide, traita amplement de l'algèbre et des méthodes algébriques tout en faisant connaître en Europe l'usage des chiffres arabes et leurs applications pratiques, notamment au commerce. Ce *Liber abaci* et la *Summa* de Luca di Borgo Pacioli (vers 1440-1514) allèrent largement propager les mathématiques arabes et grecques en Italie et permettre, à la Renaissance, le remarquable essor de l'algèbre italienne avec les admirables travaux de Niccolo Tartaglia (vers 1499-1557), de Gerolamo Cardano (vers 1500-1576) et de Raffaele Bombelli (vers 1520-1572).

Al-Khwārizmī fut le premier à systématiser l'arithmétique aussi bien pour l'usage pratique quotidien que pour la science pure. En effet, l'arithmétique, jadis limitée à des procédés de calcul combinant des entiers naturels par des opérations élémentaires (addition, soustraction, multiplication, division et plus tard élévation à la puissance), se développa considérablement avec la systématisation par ce mathématicien de l'usage de la numération décimale de position pour s'élargir, plus tard, avec l'introduction du calcul littéral, aux méthodes algébriques.

Son précis d'algèbre, *Al-Mukhtasar fī hisāb al-jabr wa'l-muqābala* [Précis sur le calcul d'*al-jabr* et d'*al-muqābala*], ouvrage capital et le premier du genre depuis les *Arithmétiques* de Diophante, mais pensé indépendamment et de façon tout à fait originale, fut écrit entre 820/205 H. et 830/215 H. Le but d'Al-Khwārizmī était d'élaborer une théorie des équations résolubles par

radicaux (c'est-à-dire à l'aide de formules opératoires où n'interviennent que les quatre opérations et les radicaux), applicable aux problèmes tant arithmétiques que géométriques, et ainsi de pouvoir s'en servir dans toutes sortes de calcul. Il discuta donc de plusieurs cas d'équations algébriques ou équations polynomiales à coefficients entiers[115], étant particulièrement soucieux de donner des formules mathématiques qui trouvent des applications pratiques, comme il l'affirmait lui-même : « J'ai confectionné mon ouvrage, *Kitāb al-jabr*, dans lequel j'ai condensé, dans la science de calcul, les éléments délicats et les notions les plus élevées. C'est que, dans la pratique, les gens ont besoin de ces notions dans les opérations ayant pour but d'évaluer une surface, de relever le cours d'un fleuve, de tracer le plan d'une construction et autres procédés pratiques et de tous les domaines. » Dans l'introduction de son ouvrage, Al-Khwārizmī définissait déjà les raisons qui l'avaient poussé à écrire son livre : « L'Imam et Émir des Croyants [le calife] Al-Ma'mūn […] m'a encouragé à composer un ouvrage concis sur le calcul *al-jabr* et *al-muqābala,* limité à l'art du calcul agréable et de grand intérêt, dont les gens ont constamment besoin pour leurs héritages, leurs testaments, leurs sentences, leurs transactions et dans toutes les affaires qu'ils traitent entre eux, notamment l'arpentage des terres, le creusement des canaux, la géométrie et autres choses de la sorte. »

L'un des mérites d'Al-Khwārizmī fut d'avoir introduit le concept fondamental d'équation pour désigner toute une classe de problèmes ; dans son esprit, certains problèmes peuvent s'exprimer sous forme de ce que l'on appellerait de nos jours l'équation du second degré. Calculer avec l'inconnue comme si elle était connue fut un coup de génie d'Al-Khwārizmī. En effet, une équation était pour lui une relation qui combine l'inconnue (le *shay* ou « chose »), son carré (le *māl*) et un nombre (le *dirhām*), le problème posé étant de trouver l'inconnue. L'algèbre fut utilisée par Al-Khwārizmī pour résoudre des problèmes de nature numérique, mais aussi de nature géométrique (l'inconnue étant alors une grandeur géométrique).

Dans la première partie de son livre, Al-Khwārizmī commença par rappeler la définition du système décimal hérité de l'Inde, puis il définit les termes primitifs de son algèbre, à savoir l'inconnue et son carré, les nombres entiers et rationnels positifs, les quatre opérations élémentaires de l'arithmétique, la racine carrée et l'égalité. Les concepts introduits ensuite furent les équations linéaires (ou du premier degré) et quadratiques (du second degré) à une seule inconnue, les binômes et trinômes associés, la forme normale à laquelle devait être ramené chaque type d'équation[116], les solutions algorithmiques et la démonstration de la formule de solution[117].

Le précis d'Al-Khwārizmī constitue certainement le meilleur traité d'algèbre jusqu'à la veille de la Renaissance et, à ce titre, il jouit d'une notoriété analogue à celle des célèbres *Éléments* d'Euclide. Traduit en latin par l'Anglais

Robert de Chester vers 1145 sous le titre *Liber algebrae et almucabola*, puis, vers 1170, par l'Italien Gérard de Crémone sous le titre *De jebra et almucabola,* cet ouvrage permit d'introduire en Europe une discipline jusque-là inconnue et avec une terminologie presque complète.

Al-Khwārizmī fut ainsi le premier à jeter les bases de l'algèbre : partant du calcul pratique sur les nombres, il réussit à développer l'algèbre dans une direction majeure en passant du calcul des formules contenant les inconnues à la résolution d'équations. Plus tard, cette science connaîtra son plein développement par un double mouvement d'élargissement, en s'attaquant à des objets autres que ceux rencontrés dans l'arithmétique et en substituant aux opérations courantes des lois ou règles de composition.

À la même époque se développèrent deux axes de recherche dont les apports furent également considérables, renfermant des techniques de calcul algébrique (substitutions, éliminations, changements de variables, etc.). Le premier était relatif au calcul sur les nombres irrationnels (c'est-à-dire entiers ou fractionnaires, par exemple $\sqrt{2}$, π), avec Abū Abd Allāh al-Māhānī (IXe s./IIIe H.) et Abū Ja'far al-Khāzin (Xe s./IVe H.). Le second émanait de la traduction par Qustā ibn Lūqā (fin IXe s./IIIe H.) des *Arithmétiques* de Diophante. Ainsi, à la suite d'Al-Khwārizmī, la contribution des mathématiciens arabo-musulmans fut décisive, notamment dans le domaine de l'algèbre, qu'ils constituèrent en discipline réellement autonome, étant à la fois une science théorique, une technique algorithmique et un art au calcul. Avec l'œuvre d'Al-Khwārizmī s'offrait aux mathématiques du IXe s./IIIe H. une immense potentialité découlant de la combinaison entre elles des différentes branches ou disciplines, ce qui allait modifier toute la configuration des mathématiques dès le Xe s./IVe H. En effet, les recherches interdisciplinaires entreprises par la suite, en appliquant l'arithmétique à l'algèbre ou l'algèbre à la géométrie et réciproquement, générèrent de nouvelles approches, de nouveaux chapitres, voire de nouvelles disciplines, et ce fut ainsi qu'apparurent, entre autres, l'algèbre des polynômes, l'analyse combinatoire, la résolution numérique et la construction géométrique des équations, une nouvelle théorie des nombres et l'analyse indéterminée[118]. Tous ces progrès du calcul algébrique contribuèrent largement au renouvellement de l'algèbre tout en lui permettant d'élargir davantage ses bases et de développer des méthodes encore plus diversifiées.

En trigonométrie[119], on doit à Al-Khwārizmī les premières tables précises de sinus qu'Adélard de Bath traduisit en latin au XIIe siècle, en même temps que ses ouvrages d'astronomie et de géographie.

Dès la fondation de *Bayt al-Hikma*, les astronomes arabes se mirent résolument à l'ouvrage. Certains, comme Habash al-Hāsib al-Marwazī et Al-Abbās al-Jawharī, s'intéressèrent davantage aux aspects mathématiques de l'astronomie qu'à l'observation, mais l'astronome le plus important de l'époque

fut incontestablement Al-Khwārizmī qui, outre les traités astronomiques indiens et persans, connaissait très vraisemblablement l'œuvre maîtresse de Ptolémée, récemment traduite sous le nom contracté et arabisé d'*Al-Majistī* connu plus tard sous celui d'*Almageste*.

Al-Khwārizmī commença par résumer, en le remaniant, le *Zīj al-sindhind al-kabīr* de l'astronome Mohammed ibn Ibrāhīm al-Fazārī, puis s'en servit pour composer son fameux *Zīj al-sindhind*, ensemble de tables sur les mouvements du Soleil, de la Lune et des cinq planètes connues et fondées sur diverses sources, indiennes surtout, mais également persanes (avec le *Zīj al-shāh*) et grecques. Cet ouvrage d'Al-Khwārizmī, de portée plutôt pratique et qui contenait les premières tables de sinus, exerça une grande influence sur la science occidentale naissante, car ce fut dans sa traduction latine qu'apparurent les premiers symboles et systèmes de notation en mathématiques.

Al-Khwārizmī travailla, avec Yahyā ibn Abi Mansūr, Fadl ibn al-Nawbakht et Sanad ibn Alī, à l'observatoire d'*Al-Shammāsiya* fondé vers 828/213 H. à Bagdad par le calife Al-Ma'mūn. Ce fut dans cet observatoire qu'il participa, avec toute une équipe d'astronomes, à la mise au point, vers 830/215 H., d'un nouvel ensemble de tables astronomiques, appelées *Zīj Ma'mūni* ou *Zīj al-mumtahan* ([Tables ma'mūniques] ou [Tables vérifiées]), sur la base de nouvelles observations faites à Bagdad et à Damas par Habash al-Hāsib al-Marwazī. Il écrivit, en outre, sur l'astrolabe et sur les cadrans solaires *(Kitāb al-rukhāma')*.

Al-Khwārizmī fut aussi historien (il rédigea la chronique *Kitāb al-ta'rīkh,* perdue par la suite) et surtout géographe. Il composa le premier ouvrage géographique, *Kitāb sūrat al-ard* [Livre de la configuration de la Terre], et la première carte dans le monde arabo-musulman. Ce livre était une adaptation de la *Géographie* de Ptolémée, dont il corrigea certaines erreurs ou insuffisances (par exemple l'étendue excessive de la mer Méditerranée) en se fondant sur des renseignements nouveaux, sur des coordonnées géographiques plus précises et en s'inspirant de la mappemonde – *al-sūra al-ma'mūniyya* – construite sous sa direction, à la demande du calife Al-Ma'mūn, véritable promoteur de la cartographie arabe.

Figure marquante et originale de l'histoire du calcul, Al-Khawārizmī ouvrit un courant de recherches mathématiques particulièrement intense et fécond, et depuis lors ininterrompu. Après lui, les traités de calcul abondèrent toujours dans la même tradition, puis l'algèbre s'infléchit par la suite dans une double direction, arithmétique et géométrique. Aussi, avec Al-Khawārizmī s'opéra le passage de la conception grecque du nombre comme grandeur variable à celle du nombre comme relation pure.

Pour la postérité, Al-Khwārizmī donna le titre de l'un de ses ouvrages à une branche fondamentale des mathématiques actuelles, l'*algèbre*, et son propre nom à l'*algorithme* ou suite d'opérations constituant un schéma de

calcul ou de résolution d'un problème, ainsi qu'à la très moderne *algorithmique* ou science des algorithmes utilisés notamment en informatique.

Si l'algèbre naissante fut principalement l'œuvre d'Al-Khwārizmī, elle fut portée par la suite à un niveau supérieur par de nombreux algébristes, qui élargirent considérablement ses bases soit à l'arithmétique, soit à la géométrie. Quelques noms des premiers mathématiciens arabo-musulmans auxquels les mathématiques – en particulier l'algèbre – doivent leur remarquable développement au Moyen Âge méritent d'être cités ici :

Abū Abd Allāh Mohammed ibn Isā al-Māhānī

Géomètre et astronome qui vécut dans la seconde moitié du IXe s./IIIe H. Poursuivant les recherches d'Al-Khwārizmī, Al-Māhānī inventa des problèmes plus compliqués que la résolution d'équations quadratiques. S'attaquant à une vieille énigme exposé dans le traité *De la sphère et du cylindre* d'Archimède, à savoir comment couper une sphère par un plan de telle sorte que les volumes des deux parties soient dans un rapport donné, Al-Māhānī parvint à exprimer le problème sous la forme d'une célèbre équation cubique ou du troisième degré[120] qui porte son nom. Tentant vainement de résoudre cette équation avec les méthodes algébriques connues en cherchant à la ramener aux six « équations canoniques » d'Al-Khwārizmī, il la décréta impossible : Al-Khāzin la résoudra un siècle plus tard au moyen des sections coniques.

Abū Kāmil Shujā ibn Aslam

L'un des plus grands mathématiciens arabo-musulmans du Moyen Âge (né après 850/235 H., mort vers 930/318 H.), dont la vie est cependant très mal connue. Poursuivant les travaux d'Al-Khwārizmī, il composa vers 881/268 H. un *Kitāb al-jabr* [Livre d'algèbre], ouvrage disponible uniquement en traduction latine et qui fit progresser notablement la théorie des équations[121] au double point de vue abstrait et concret. Dans cette œuvre capitale, Abū Kāmil alla beaucoup plus loin qu'Al-Khwārizmī, en traitant de transformations plus complexes sur des expressions irrationnelles et en procédant parfois à des choix d'inconnue auxiliaire. Le calcul algébrique atteint avec lui un degré d'abstraction relativement élevé et on lui doit, en outre, l'extension de la notion de puissance algébrique. Un de ses ouvrages, conservé en arabe, est le *Tarā'if*, traitant notamment de la solution intégrale ou entière d'équations indéterminées. Dans son ouvrage *Sur le pentagone et le décagone,* Abū Kāmil procéda, de manière très pratique, à la résolution de nombreux problèmes en appliquant les méthodes algébriques à la géométrie.

Abūl-Hasan Ahmed ibn Ibrāhīm al-Uqlīdisī (« l'Euclidien »)

Mathématicien qui vécut au xe s./ive H. et dont la vie est également mal connue. Adaptant le calcul indien à l'ancienne arithmétique digitale et aux fractions sexagésimales, Al-Uqlīdisī composa, vers 950/338 H., son important *Kitāb al-fusūl fī'l-hisāb al-hindī* [Livre des aphorismes du calcul indien], dans lequel il exposa et appliqua pour la première fois les fractions décimales, innovation majeure que l'on attribua à tort à Al-Kāshī (xve s./ixe H.). En outre, Al-Uqlīdisī affina les algorithmes arithmétiques relatifs à l'extraction des racines carrées et proposa une méthode correcte d'extraction de la racine cubique. Il fut le premier à avoir entrepris de modifier la méthode de la planche ou de la tablette de poussière et d'adopter l'encre et le papier, tout en adaptant le système indien de calcul à l'ancienne arithmétique digitale et aux fractions sexagésimales.

Abū Ja'far Mohammed ibn al-Husayn al-Khūrasānī
(plus connu sous le nom d'Al-Khāzin)

Astronome et mathématicien (mort entre 961/350 H. et 971/360 H.). Parmi ses ouvrages mathématiques, perdus pour la plupart, Nasīr al-Dīn al-Tūsī mentionne l'un d'eux, où l'on trouve une démonstration du théorème du sinus pour des triangles rectangles sphériques. Al-Khāzin résolut l'équation cubique d'Al-Māhānī au moyen des sections coniques en démontrant que la solution correspond à l'intersection d'un cercle et d'une hyperbole. Il écrivit un commentaire des *Éléments* d'Euclide, effectua des travaux d'analyse diophantienne entière et démontra la formule de Héron d'Alexandrie (ier siècle après J.-C.) donnant l'aire d'un triangle en fonction de ses côtés[122]. Par ailleurs, il montra que, de toutes les figures planes isopérimétriques ayant le même nombre de côtés et des angles égaux, la plus grande est celle qui a ses côtés égaux. Al-Khāzin composa de nombreux ouvrages en astronomie, dont le plus célèbre est le *Zīj al-safā'ih* [Tables astronomiques des tympans], dans lequel il exposa un procédé pour déterminer l'ascendant ou le mouvement d'un astre qui s'élève au-dessus de l'horizon, l'azimut de la *qibla* et des calculs relatifs aux côtés et aux angles des triangles sphériques. Al-Khāzin procéda lui-même à plusieurs déterminations de l'obliquité de l'écliptique et donna, mais sans justification, les diamètres des étoiles de la première à la sixième magnitude.

Abū'l-Wafā Mohammed ibn Ismā'il ibn al-Abbās al-Būzajānī

L'un des plus grands mathématiciens arabo-musulmans, également grand astronome (né en 940/328 H. à Būzajān, dans le Qūhistān, mort en 998/388 H. à Bagdad). Parmi ses ouvrages mathématiques, on peut citer le *Kitāb fī mā yahtāju ilayhi'l-kuttāb wa'l-ummāl min 'ilm al-hisāb* [Livre sur ce qui est utile aux scribes et aux agents dans la science du calcul], dans lequel il tenta de se

libérer de la planche à poussière, et le *Kitāb fī mā yahtāju ilayhi al-sāni' min 'ilm al-handasiyya* [Livre sur ce qui est utile à l'artisan dans la science de la géométrie], qui traite des constructions géométriques fondamentales (perpendiculaires, parallèles…) dans le plan et l'espace à l'aide uniquement de la règle et du compas, et qui fut d'un grand intérêt pour les besoins de l'artisanat, de l'arpentage et de la cartographie. Il composa *Al-Kāmil* [Le Complet], une version simplifiée de l'*Almageste* de Ptolémée destinée au grand public. L'un des grands mérites d'Abū'l-Wafā réside dans le développement qu'il donna à la trigonométrie[123], qu'il systématisa comme une méthode déductive. Ce fut probablement lui qui établit, le premier, le théorème fondamental des sinus pour un triangle sphérique quelconque. On lui doit aussi la méthode de calcul de sin 30' avec une valeur précise jusqu'à la huitième décimale, et il compléta les tables de Ptolémée en y ajoutant une table des tangentes. On lui a cependant faussement attribué l'introduction des tangentes, cotangentes, sécantes et cosécantes en trigonométrie (ces fonctions étaient déjà connues de Habash al-Hāsib al-Marwazī plus d'un siècle auparavant). Il traita en détail de la théorie des fractions.

Abū Mahmūd ibn al-Khidr al-Khujandī

Mathématicien et astronome (mort vers 1000/390 H.). Certains historiens lui attribuent la paternité du théorème des sinus, relatif aux triangles sphériques. Il se rendit célèbre en astronomie pour avoir construit près de Rayy un sextant de 20 mètres de diamètre qui lui permit, entre autres, d'évaluer l'obliquité de l'écliptique à 23°32'19", valeur nettement plus précise que toutes celles trouvées précédemment, une sphère armillaire et surtout un instrument universel *(al-āla al-āmma* ou *al-shāmila)* jouant le rôle d'astrolabe ou de quadrant. En mathématiques, il tenta, d'une part, de résoudre des équations du troisième degré par des procédés géométriques et, d'autre part, de démontrer que la somme de deux cubes (ou de deux nombres cubiques) ne peut être un autre cube. Cette proposition préfigure la fameuse conjecture de Pierre de Fermat (XVIIe siècle), à savoir que pour n supérieur ou égal à trois, il n'existe pas de nombres entiers $x, y, z,$ tels que : $x^n + y^n = z^n$. En fait, cette équation n'a été démontrée qu'en 1993 par le Britannique Andrew Wiles.

Al-Samaw'āl ibn Yahyā al-Maghribī

Mathématicien et médecin appartenant à une famille originaire de Fès, qui vécut en Orient (né au début du XIIe s./VIe H. à Bagdad, mort vers 1175/571 H. à Marāgha). Continuateur de l'œuvre algébrique d'Al-Karajī, Al-Samaw'āl apporta une contribution majeure à la théorie des polynômes et aux fractions décimales. Dans son ouvrage *Al-Bāhir fī 'ilm al-hisāb* [Le Merveilleux sur la science du calcul], il définit la notion de puissance algébrique, donna les règles de calcul sur les puissances (avec la convention que toute puissance zéro

vaut 1), puis aborda l'étude des opérations arithmétiques sur les polynômes, notamment leur divisibilité. Al-Samaw'āl donna le premier exposé connu des fractions décimales, calcula la somme de différentes progressions numériques, traita de l'analyse indéterminée ou analyse diophantienne rationnelle et étudia la résolution de systèmes d'équations linéaires à plusieurs inconnues[124]. Il fut, en outre, le premier mathématicien arabo-musulman à opérer avec les nombres négatifs en les traitant comme des entités à part.

THĀBIT IBN QURRA AL-HARRĀNĪ ET LA THÉORIE CLASSIQUE DES NOMBRES

« Ce qui est perçu par les sens ne se prête pas à la précision [des résultats obtenus par pur raisonnement]. »
Thābit ibn Qurra (vers 834-901)

« C'est Thābit ibn Qurra qui a engagé la recherche sur la théorie des nombres au sens euclidien et pythagoricien en élaborant la première théorie des nombres amiables. »
Roshdi Rashed[125]

« La science des nombres est la "racine" des sciences, le fondement de la sagesse, la source de la connaissance et le pilier du sens. »
Ikhwān al-Safā' (X^e s/IVe H.)

Mathématicien, astronome, médecin, philosophe et traducteur, Thābit ibn Qurra al-Harrānī, le Tabit du Moyen Âge latin (né vers 834/219 H. à Harrān, près d'Édesse, en haute Mésopotamie, mort vers 901/288 H. à Bagdad), fut, indiscutablement, l'un des plus grands esprits de son époque. Il appartenait, comme l'alchimiste Jābir ibn Hayyān, aux sabéens de Harrān, communauté religieuse de langue syriaque dont les doctrines associent étroitement l'antique théologie astrale chaldéenne, des études mathématiques et astronomiques, la mystique pythagoricienne et la spiritualité néoplatonicienne.

Surnommé « l'Euclide des Arabes » par l'Occident médiéval, Thābit ibn Qurra fut non seulement un brillant mathématicien, mais aussi un savant réputé en de nombreuses autres disciplines (astronomie, médecine et philosophie) et un grand traducteur – presque à l'égal de Hunayn ibn Ishāq – qui dirigea à Bagdad une célèbre école de traduction en arabe des manuscrits scientifiques grecs.

On rapporte que Thābit ibn Qurra, dans sa jeunesse, fut découvert par hasard dans un bureau de change à Harrān par le célèbre mathématicien et mécène Mohammed ibn Mūsā ibn Shākir lors d'un voyage à la recherche des manuscrits anciens. Impressionné par l'intelligence, la vivacité d'esprit, les dons en mathématiques et la connaissance des langues du jeune Thābit ibn Qurra, il le prit sur-le-champ à son service comme calculateur et traducteur, et, de retour à Bagdad, il le présenta au calife Al-Mu'tadīd, qui l'adopta aussitôt.

Mis alors dans des conditions favorables de recherche, Thābit ibn Qurra s'attela à la tâche et produisit une œuvre immense et diverse, comportant plus de cent soixante titres (perdus pour une bonne part). Il acquit ainsi une grande réputation d'homme de science et fut nommé astronome à la cour.

En mathématiques, Thābit ibn Qurra apporta des contributions majeures dans tous les domaines. On lui doit des travaux remarquables sur les nombres *parfaits*[126], la première règle générale pour l'obtention des couples de nombres *amicaux* ou *amiables*[127] et une méthode originale de construction des *carrés magiques*. Effectuant, par ailleurs, des recherches poussées sur les déterminations infinitésimales, il rédigea trois traités portant respectivement sur l'aire du segment de parabole, le volume du paraboloïde de révolution et les sections du cylindre et son aire latérale. De même, on lui doit de nombreux écrits, notamment sur la théorie des nombres et leur application à l'étude des rapports entre grandeurs géométriques, sur les coniques[128], sur la résolution géométrique des équations algébriques et sur les calculs infinitésimaux d'aires et de volumes.

En théorie des nombres, Thābit ibn Qurra composa un traité, *Fī'l-a'dād al-mutāhabba* [Sur les nombres amiables], dans lequel furent exposés ses importants travaux sur les nombres parfaits et amiables. À ce propos et selon Roshdi Rashed « la recherche sur la théorie des nombres au sens euclidien et pythagoricien a commencé avant la fin du IXe siècle […]. C'est en effet Thābit ibn Qurra qui a engagé cette recherche en théorie des nombres, en élaborant la première théorie des nombres amiables ». Certes, Euclide avait déjà esquissé une théorie des nombres parfaits dans le Livre IX de ses *Éléments*, mais c'est à Thābit ibn Qurra que revint incontestablement le mérite d'avoir construit cette théorie arithmétique, en énonçant et en démontrant le théorème le plus important – qui porte aujourd'hui encore son nom – sur les nombres amiables et plus particulièrement sur les couples de nombres amiables. Plus tard, plusieurs grands mathématiciens entreprirent de calculer d'autres couples de nombres amiables.

En algèbre, poursuivant les recherches d'Al-Khwārizmī en théorie des équations quadratiques et se basant sur les *Éléments* d'Euclide, Thābit ibn Qurra établit les démonstrations d'Al-Khwārizmī sur des bases plus fermes, tout en traduisant géométriquement ces équations. Cette traduction géométrique des équations d'Al-Khwārizmī par Thābit ibn Qurra se révéla particulièrement féconde pour le développement ultérieur de la théorie algébrique des équations, de même qu'une autre approche, différente, mais tout aussi fondamentale : celle de la traduction algébrique des questions de géométrie par son contemporain Mohammed ibn Isā al-Māhānī.

En géométrie, Thābit ibn Qurra donna une généralisation du théorème de Pythagore en développant une théorie applicable à tout triangle. Il s'attaqua à la démonstration du fameux postulat d'Euclide sur les parallèles en étudiant

le problème de la rencontre éventuelle de deux droites parallèles (ce postulat, « Par un point extérieur à une droite donnée, on ne peut mener qu'une parallèle à cette droite », a résisté à toute démonstration à travers les âges pour conduire finalement, au XIXe siècle, aux géométries non euclidiennes). Il traduisit en partie les *Éléments de géométrie* de Ménélaüs, et le problème des transversales ou droites sécantes et de leurs applications dans l'étude des coniques lui inspira l'ouvrage *Al-Qawl fī'l-shakl al-qatā' wa'l-nisba al-mu'alaffa* [Propos sur la figure sécante (la transversale) et la division harmonique], qui sera traduit plus tard en latin par Gérard de Crémone.

Utilisant, par ailleurs, la méthode d'exhaustion (conçue par les Grecs pour résoudre approximativement la mesure de la longueur ou de la surface des courbes fermées), Thābit ibn Qurra apporta une contribution majeure dans la résolution des problèmes de quadrature (détermination des aires planes) et de cubature (détermination des volumes). En effet, il appliqua les procédés infinitésimaux mis en œuvre par Archimède et détermina, dans son traité *Fī misāhat qat' al-makhrūt alladhī yusamma al-mukāfi'* [Sur la mesure de la section conique appelée parabolique], l'aire d'un « segment de parabole[129] » et le volume du paraboloïde de révolution engendré par la rotation du segment de parabole autour de son axe. Dans le même traité, il parvint à un théorème qu'il énonça ainsi : « La parabole est infinie, mais chacune de ses portions a une aire égale aux deux tiers du parallélogramme ayant même base et même hauteur que la portion considérée. » Dans un autre traité, Thābit ibn Qurra étudia différentes espèces de sections planes d'un cylindre droit et oblique, et il détermina l'aire de l'ellipse[130] et celle des segments elliptiques. Ces différents travaux préfigurent le calcul infinitésimal dont les bases ne seront clairement définies qu'au XVIIe siècle, par l'Anglais Isaac Newton et l'Allemand Wilhelm Leibniz.

En astronomie, Thābit ibn Qurra calcula la hauteur apparente du Soleil (ou angle de sa direction avec le plan horizontal d'observation) et détermina la durée de l'année solaire ou tropique[131]. Parmi ses ouvrages astronomiques, on cite plusieurs écrits, dont le *Tashīl al-Majistī* [Facilitation de l'*Almageste*] et le *Kitāb fī alāt al-sā'āt al-latī tusammā rukhāmat* [Livre sur les instruments des heures qu'on nomme cadrans], traitant des généralités, des cadrans solaires, de la visibilité du croissant lunaire (par les tables et par le calcul) et de la constitution physique des cieux. Il concevait les cieux comme des sphères solides séparées par un fluide compressible, rompant ainsi avec la tradition grecque (Aristote et Ptolémée n'ayant jamais défini avec précision le concept et la nature des cieux ou sphères célestes). L'influence de Thābit ibn Qurra sur l'astronomie fut marquée par sa théorie du mouvement oscillatoire des équinoxes, ce qui l'amena à adjoindre une neuvième sphère à l'astronomie de Ptolémée pour rendre compte de cette « trépidation ». Cette théorie fut élaborée pour tenter de concilier les observations des Grecs avec celles des astronomes arabes à propos des variations de l'obliquité de l'écliptique et de

la précession des équinoxes. Thābit ibn Qurra, étudiant de manière approfondie le mouvement apparent du Soleil, fut conduit à postuler l'existence d'un mouvement périodique, jusqu'alors inconnu, qui influait précisément sur l'obliquité de l'écliptique et la précession des équinoxes : tout semblait se passer comme si l'écliptique ou trajectoire du mouvement apparent du Soleil dans le ciel oscillait, et c'est ainsi que le phénomène fut appelé « trépidation des équinoxes » ou « des fixes » *(haraqat al-iqbal wa'l-idbār).* Cette hypothèse, largement admise au Moyen Âge et jusqu'à Copernic, eut pour effet d'introduire un facteur nouveau dans les calculs, ce qui affecta sensiblement les tables astronomiques ultérieures.

En physique, on doit à Thābit ibn Qurra un traité sur le principe de la balance et sur l'équilibre des corps, le *Kitāb al-qarastūn* [Traité sur la balance à bras inégaux], que traduira plus tard en latin Gérard de Crémone. Dans cet écrit, il prouva la loi des leviers, traita des problèmes liés à la pesée et à l'utilisation des balances et détermina le poids qui devait être suspendu au bras le plus court d'une balance romaine.

En médecine, Thābit ibn Qurra rédigea le *Kitāb al-dhakhīra* [Livre du trésor], ouvrage connu d'initiation aux études médicales dans lequel il classa les maladies du corps humain, de la tête aux pieds, et il dressa un catalogue de maladies contagieuses (lèpre, gale, variole, rougeole, trachome et différentes formes de peste).

Il fut également un grand traducteur – il maîtrisait parfaitement le syriaque, le grec et l'arabe –, et il traduisit en arabe divers manuscrits grecs de mathématiques, d'astronomie, de médecine et de philosophie, en particulier des écrits d'Euclide, d'Archimède, d'Apollonius de Perga, de Ménélaüs, d'Aristote, de Platon, d'Hippocrate, de Galien, ainsi que la *Géographie* de Ptolémée. En outre, il révisa et corrigea plusieurs traductions, notamment celles des *Éléments* d'Euclide par Al-Hajjāj ibn Matar al-Hāsib et par Ishāq ibn Hunayn, et celle de l'*Almageste* de Ptolémée par Hunayn ibn Ishāq, que Gérard de Crémone traduira plus tard en latin. Ce fut grâce à Thābit ibn Qurra que les *Sections coniques* d'Apollonius de Perga furent tirées de l'oubli et traduites en arabe. Cette traduction, jointe à celles *De la sphère et du cyclindre* d'Archimède et des *Éléments de géométrie* de Ménélaüs, lui permit d'effectuer d'importantes recherches sur les coniques : le théorème de Ménélaüs relatif aux transversales et à leurs applications dans l'étude des coniques lui inspira son ouvrage *Al-Qawl fī'l-shakl al-qatā' wa'l-nisba al-mu'alafa* [Propos sur la transversale et la division harmonique] que traduira en latin l'infatigable Gérard de Crémone. Thābit ibn Qurra traduisit et commenta, en outre, plusieurs autres textes grecs dont des écrits médicaux de Galien, l'*Introduction à l'arithmétique* de Nicomaque de Gérase[132], *De la mesure du cercle* et des *Lemmes* d'Archimède, deux commentaires de Pappus d'Alexandrie[133], l'un sur le livre de Ptolémée relatif à l'aire de la sphère et l'autre sur Euclide.

L'influence de l'œuvre de Thābit ibn Qurra fut donc, à tous égards, considérable. On peut noter, à ce propos, que ses travaux figuraient encore en bonne place dans la *Summa* de l'Italien Luca di Borgo (Pacioli), qui récapitulait toutes les connaissances mathématiques au xve siècle.

Contrairement à la démarche générale de la pensée grecque qui rejetait comme irrationnel tout ce qui n'est pas fini, Thābit ibn Qurra recherchait précisément les ensembles infinis qui sont eux-mêmes des parties d'un autre ensemble infini (comme, par exemple, l'ensemble infini des nombres pairs ou des nombres impairs par rapport à l'ensemble infini des nombres entiers dont chacun ne forme que la moitié[134]), lointaine préfiguration de la théorie des ensembles qui ne sera élaborée qu'à la fin du xixe siècle par l'Allemand Georg Cantor.

Enfin, sa théorie de la « trépidation des équinoxes », en dépit de son impact profond sur l'astronomie médiévale, se révéla être sans fondement, après que des observations plus précises eurent été réalisées au xvie siècle par le Danois Tycho Brahe. Néanmoins, l'œuvre de Thābit ibn Qurra se présente, dans bien des domaines, comme une œuvre pratiquement achevée et d'une consistance qui force encore, plus de mille ans après, l'admiration des spécialistes.

Les recherches engagées par Thābit ibn Qurra, notamment en mathématiques et en astronomie, furent activement poursuivies par ses disciples et successeurs, qui, sur sa lancée ou par des voies parallèles, effectuèrent des travaux remarquables :

Al-Hajjāj ibn Yūsuf ibn Matar al-Hāsib

Astronome, mathématicien et traducteur (fin viiie s./iie H., début ixe s./iiie H). À l'instigation du calife Al-Mansūr, il traduisit pour la première fois les *Éléments* d'Euclide, traduction qui sera revue et corrigée par Ishāq ibn Hunayn, puis surtout par Thābit ibn Qurra. Il traduisit également l'*Almageste* de Ptolémée.

Banū Mūsā ibn Shākir

Trois frères, fils de Mūsā ibn Shākir, astronome et astrologue du calife Al-Ma'mūn, qui vécurent à Bagdad dans la seconde moitié du ixe s./iiie H. L'aîné, Mohammed, était mathématicien et astronome, le cadet, Ahmed, mathématicien et mécanicien, et le benjamin, Al-Hasan, mathématicien également, mais particulièrement doué pour la géométrie. Ces trois frères, éminents hommes de science et ingénieurs (ils exécutèrent d'importants travaux publics), étaient par ailleurs des mécènes éclairés qui firent rechercher dans tout l'Empire byzantin des manuscrits grecs anciens, financèrent des bibliothèques et des observatoires privés et mirent à leur service de nombreux traducteurs, dont

Hunayn ibn Ishāq et Thābit ibn Qurra. Outre leurs remarquables travaux personnels, ils rédigèrent en commun une vingtaine d'ouvrages, en particulier un traité sur la détermination des aires et des volumes intitulé *Kitāb ma'rifa misāhat al-ashkāl al-basīta wa'l-kuriyya* [Livre de la connaissance de la mesure des figures planes et sphériques], qui, traduit plus tard en latin par Gérard de Crémone sous le titre *Liber trium fratrum de geometrica* [Livre de géométrie des trois frères], exerça une grande influence sur les mathématiciens occidentaux du Moyen Âge.

Ils composèrent également, vers 860/246 H., un célèbre ouvrage de mécanique, *Kitāb al-hiyal* [Livre des artifices], qui présente une centaine d'inventions, allant des appareils pour eau chaude et eau froide, des fontaines jaillissantes, des clepsydres, des élévateurs de charges ou des dragues pour l'exploitation des perles et des coraux à toute une série d'automates qui seront des jouets mécaniques fort appréciés au Moyen Âge dans les cours royales et princières. Enfin, en astronomie, ils réalisèrent des progrès notables grâce à un observatoire privé installé dans leur demeure (en particulier, ils obtinrent pour l'obliquité de l'écliptique la valeur remarquable de 23° 35').

À la suite des trois frères Banū Mūsā et des grands mécaniciens grecs de l'Antiquité, l'ingénieur Ismā'il ibn al-Razzāz al-Jazzarī composa, vers 1206/602 H., un important ouvrage, *Kitāb fī ma'rifat al-hiyal al-handasiyya* [Livre sur la connaissance des artifices ingénieux]. Dans ce traité est décrite minutieusement la fabrication de toute une gamme d'appareils et de dispositifs (horloges à eau, hydromètres, fontaines, norias), différentes sortes d'automates séquentiels mettant en jeu des flotteurs et des arbres à cames et surtout le système bielle-manivelle qui permet de transformer le mouvement de va-et-vient d'un piston en mouvement de rotation (et inversement).

Abū Sa'īd Sinān ibn Thābit

Mathématicien, astronome et médecin (mort vers 943/332 H. à Bagdad), fils de Thābit ibn Qurra. Il s'intéressa particulièrement à la géométrie et à la trigonométrie. La découverte de l'important théorème du sinus utilisé pour les triangles inscrits sur une surface sphérique, comme ceux rencontrés en astronomie et mesurés sur la sphère céleste, lui fut attribuée (on l'attribue également à d'autres mathématiciens, dont son contemporain Abū Mahmūd al-Khujandī). Médecin à la cour et assurant le rôle de superviseur des huit hôpitaux de Bagdad, il réforma l'enseignement médical en instituant une sorte d'examen probatoire auquel furent soumis tous les médecins.

Ibrāhīm ibn Sinān ibn Thābit

Mathématicien de génie (mort précocement en 946/335 H. à Bagdad), petit-fils de Thābit ibn Qurra. Poursuivant les travaux de son grand-père, dans son *Kitāb fī misāha al qat' al-mukāfi* [Livre sur la mesure de la parabole], il

s'attaqua au problème de la quadrature de la parabole. Il put calculer ainsi, de façon nettement plus rigoureuse que Thābit ibn Qurra, l'aire de la parabole en perfectionnant le procédé d'exhaustion d'Archimède. En astronomie, il étudia les mouvements apparents du Soleil et composa un traité sur l'astrolabe.

Abū Sahl Wayjān ibn Rustam al-Qūhī

Mathématicien et astronome qui vécut vers la fin du xe s./ive H. à Chiraz. En recalculant le volume du paraboloïde de révolution, il redécouvrit la méthode d'exhaustion d'Archimède. Grâce à un compas de son invention dont l'un des bras était de longueur variable, il put tracer avec précision des ellipses et autres sections coniques. En astronomie, il effectua de remarquables observations, notamment sur le mouvement apparent du Soleil, et écrivit divers traités, en particulier sur la construction de l'astrolabe et la détermination de la *qibla*.

Abū Sa'īd al-Sijzī

Mathématicien et astronome (né vers 969/358 H. dans le Sijistān, mort précocement vers 999/389 H.). Il fut l'un des plus grands géomètres arabo-musulmans. Il laissa de nombreux traités sur le cercle et les sections coniques. Il composa le *Risāla fī ikhrāj al-khutūt fī'l-dawā'ir al-mawdū'a min al-nuqat al-mu'tāt* [Dans un cercle donné, tracer certaines droites par des points donnés]. Il s'intéressa au difficile problème de la trisection de l'angle ou comment partager un angle donné en trois angles égaux (ce problème sera reconnu par la suite impossible avec la règle et le compas). En astronomie, il inventa un astrolabe conçu sur le système héliocentrique.

ABŪ'L-FATH UMAR GHIYĀTH AL-DĪN IBN IBRĀHĪM AL-KHAYYĀMĪ ET LA THÉORIE DES ÉQUATIONS ALGÉBRIQUES

> « L'un des procédés exigés par la philosophie mathématique est l'art du *jabr* et de la *muqābala*, destiné à extraire les inconnues numériques et géométriques. »
>
> *Umar al-Khayyām (vers 1048-1123)*
>
> « Si Al-Khayyām a chanté le vin et les plaisirs fugaces, il n'a pas cessé non plus d'exprimer sa passion pour la science tout en sachant que jamais il n'atteindrait la vérité. »
>
> *B. Hāmidi*[135]

Mathématicien, astronome et poète, Abū'l-Fath Umar Ghiyāth al-Dīn ibn Ibrāhīm al-Khayyāmī, plus connu sous le nom d'Umar al-Khayyām (né vers 1048/440 H. à Nīshāpūr, au Khurāsān, mort vers 1123/517 H. à Nīshāpūr), fut l'un des plus grands savants de l'époque médiévale et le plus illustre poète persan connu en Occident

On connaît mal la vie de ce grand esprit qui excella en poésie, en philosophie et dans toutes les sciences de son époque : mathématiques, astronomie, physique, médecine et musique. On sait qu'il naquit, vécut longtemps et mourut à Nīshāpūr, où sa tombe est encore visitée. On ignore cependant beaucoup d'autres détails, notamment de sa jeunesse passée entre Nīshāpūr, Marw, Balkh, puis Samarkand, où il se prit d'un vif intérêt pour l'astronomie et où il écrivit, âgé d'une vingtaine d'années, sur les mathématiques et la musique. On l'a dit distant, peu loquace, souvent solitaire, mais, avec l'affirmation rapide de ses talents, sa renommée d'homme de science ayant atteint un haut degré d'érudition se répandit vite. C'est ainsi que vers 1074/466 H. il fut invité par le sultan seldjoukide Jalāl al-Dīn (Mālik Shāh) – souverain éclairé, ami et protecteur des savants et des lettrés, mais aussi passionné d'astronomie – dans sa capitale, Ispahan, pour y prendre en charge l'observatoire de la ville : il y passa vingt ans tout en remplissant, à contrecœur, les fonctions d'astrologue à la cour.

De son vivant, Umar al-Khayyām fut particulièrement connu comme savant, grâce à ses écrits scientifiques et philosophiques qui le révélèrent comme un disciple d'Ibn Sīnā (Avicenne), mais on célébrait en lui surtout le mathématicien et l'astronome. Il fut aussi un médecin connu et un grand soufi (mystique) donnant la prééminence aux initiés dans la hiérarchie des pèlerins de la connaissance, qu'il répartissait en quatre catégories : les théologiens, les philosophes d'inspiration grecque, les ismā'īliens et les soufis.

Umar al-Khayyām écrivit relativement peu et, parmi la quinzaine d'ouvrages scientifiques et philosophiques qui lui furent attribués, seuls quelques-uns nous sont parvenus, dont son *Maqāla fī'l-jabr wa'l-muqābala* [Traité d'algèbre] et sa *Risāla fī sharh mā ashkala min musādarāt Uqlīdis* [Épître expliquant les difficultés des postulats d'Euclide]. Le premier ouvrage est, sans conteste, un chef-d'œuvre des mathématiques médiévales.

Persécuté après la mort, en 1092/485 H., de ses puissants protecteurs, le sultan Jalāl al-Dīn (Mālik Shāh) et son grand vizir Nizām al-Mulk, Umar al-Khayyām dut mener une vie errante et angoissée à la recherche d'une « jouissance immédiate de la vie ». Il s'adonna alors davantage à ses œuvres philosophiques et surtout à ses célèbres *rubā'iyyāt,* quatrains hédonistes et pessimistes, voire parfois sacrilèges, qui se transmettaient discrètement pour éviter la répression des autorités religieuses, mais qui lui valurent plus tard une renommée universelle. S'il demeure très connu de nos jours surtout comme poète, il fit réaliser des progrès considérables à l'algèbre qui, devenue alors une science autonome et indépendante de la géométrie, culmina avec lui à un point que l'on s'accorde souvent à reconnaître comme jamais atteint avant le XVIIe siècle. En effet, les mathématiciens arabo-musulmans en général et Umar al-Khayyām en particulier tentèrent, les premiers, de résoudre géométriquement les équations du troisième degré en réduisant des problèmes géométriques en termes d'équations algébriques (résolues plus tard par intersection

des courbes), démarche que l'on retouvera six siècles plus tard chez Descartes et qui conduira à la géométrie algébrique.

En mathématiques, Umar al-Khayyām rédigea son fameux *Maqāla fī'l-jabr wa'l-muqābala* [Traité d'algèbre], dans lequel il définit l'algèbre comme « science des équations » sous forme de polynômes entiers, dissociant ainsi nettement l'algèbre de l'arithmétique. Pour lui, en effet, l'objet de l'algèbre est de mettre en relation des grandeurs connues et inconnues et de tirer de ces relations la valeur des grandeurs inconnues, autrement dit d'établir la théorie générale des équations. Toutefois, les grandeurs inconnues peuvent être aussi bien des nombres entiers que des grandeurs continues (ligne, surface, volume, voire le temps) et, en outre, la résolution des équations peut nécessiter des solutions aussi bien numériques que géométriques.

Umar al-Khayyām établit dans son traité une classification systématique des équations de degré inférieur ou égal à trois en vingt-cinq catégories[136] et chercha ensuite à les résoudre en proposant des solutions numériques aux équations du premier et du second degré (dont il généralisa la théorie déjà développée par Al-Khwārizmī et Abū Kāmil), et des solutions géométriques (au moyen des sections coniques) à celles du troisième degré. Dans ce traité, il débute ainsi : « L'un des procédés exigés par la philosophie mathématique est l'art du *jabr* et de la *muqābala,* destiné à extraire les inconnues numériques et géométriques ; certains imposent des travaux d'introduction difficiles, voire impraticables. Et les Anciens ne nous ont rien laissé à ce sujet [...]. Plus tard, Al-Māhānī [fin IXe s./IIIe H.] analysa avec des méthodes algébriques l'introduction d'Archimède [développée dans son livre *De la sphère et du cylindre*]. Al-Māhānī poussa jusqu'aux cubes, aux carrés et aux nombres en équation. Mais il ne parvint pas à son but en dépit d'un travail considérable, au point qu'il en vint à conclure que cela devait être impossible [à résoudre]. Et personne n'y parvint avant Abū Ja'far al-Khāzin [fin Xe s./IVe H.], qui donna la solution par les sections coniques [...] »

Ce fut, en effet, Al-Khāzin qui eut l'intuition géniale de chercher la solution de l'équation cubique d'Al-Māhānī dans l'intersection de deux courbes coniques et qui démontra que cette solution correspondait précisément à l'intersection d'un cercle et d'une hyperbole. Une telle approche finit par conduire à la géométrisation de la théorie des équations algébriques, car il s'agissait dorénavant de chercher à déterminer, à l'aide de la géométrie, les racines positives d'une équation que l'on ne parvenait pas à obtenir autrement. Après plusieurs tentatives, notamment celles d'Al-Khāzin, d'Abū Sahl al-Qūhī et d'Al-Bīrūnī, Umar al-Khayyām élabora alors une nouvelle et véritable théorie géométrique des équations algébriques de degré inférieur ou égal à trois et, pour chacun des types de ces équations, il trouva la construction de la racine positive (ou des racines positives) par l'intersection de deux coniques[137].

Pour élaborer cette nouvelle théorie, Umar al-Khayyām s'est vu contraint à mieux concevoir et à formuler les nouveaux rapports entre la géométrie et l'algèbre. Le concept fondamental introduit par ce savant est celui d'unité de mesure, qui, convenablement défini en rapport avec celui de dimension, permet l'application de la géométrie à l'algèbre. Ainsi, il arriva à deux résultats remarquables : d'une part, une solution générale de toutes les équations du troisième degré par l'intersection de deux coniques et, d'autre part, un calcul géométrique rendu possible par le choix de longueur unité. Il alla encore plus loin en tentant de donner une solution numérique approchée de l'équation cubique. C'est ainsi que dans un mémoire intitulé *Fī qisma rub'al-dā'ira* [Sur la division du quart de cercle], dans lequel il annonça son nouveau projet sur la théorie des équations, il trouva une solution numérique approchée au moyen des tables trigonométriques.

Umar al-Khayyām fut le premier mathématicien qui réussit à élaborer une théorie générale des équations du troisième degré, équations dont il distingua quatorze formes et qu'il chercha à résoudre systématiquement en leur donnant des solutions aussi bien algébriques que géométriques (pour les solutions géométriques, il affirma s'être appuyé davantage sur les *Coniques* d'Apollonius que sur les *Éléments* ou les *Données* d'Euclide). À défaut de trouver la solution générale des équations du troisième degré dans le cadre d'une théorie globale des équations algébriques de degré inférieur ou égal à trois, il eut au moins le génie de procéder géométriquement par intersection de courbes : il découvrit alors que l'équation donnée est la même que celle qui donne l'abscisse du point d'intersection de deux coniques (cercle, parabole ou hyperbole). Cependant, le problème resta ouvert jusqu'à la Renaissance et fut résolu par les algébristes italiens.

Toutefois, Umar al-Khayyām souligna « l'insuffisance des méthodes géométriques » et reconnut, par ailleurs, avoir échoué dans la *résolution par radicaux* des équations cubiques, mais, optimiste et confiant en l'avenir, il forma le vœu que ses successeurs pussent traiter ces équations par le seul calcul, c'est-à-dire par radicaux. Quelques décennies à peine après sa mort, il eut un successeur novateur en la personne de Sharaf al-Dīn al-Tūsī, qui adopta une démarche locale et analytique ; ce changement radical montre que la théorie des équations finit par s'écarter de la recherche de solutions par radicaux, pour s'élargir progressivement à un domaine beaucoup plus vaste qui englobera plus tard la géométrie analytique et l'analyse.

Enfin, dans son traité d'algèbre, Umar al-Khayyām étudia les équations diophantiennes, traita de l'extraction des racines quatrième, cinquième et même d'ordre supérieur, et trouva, par ailleurs, une méthode permettant d'exprimer les puissances entières d'un binôme, devançant ainsi largement Pascal, au XVIIe siècle, et la construction de son fameux triangle arithmétique donnant le développement du binôme.

Par ailleurs, Umar al-Khayyām s'intéressa aux difficultés contenues dans les *Éléments* d'Euclide et relatives à la théorie des proportions et à la théorie des parallèles. C'est ainsi qu'il élabora une nouvelle théorie des proportions et, traitant du lien délicat entre les notions de rapport et de nombre, réussit à étendre la notion de nombre et à développer également toute une théorie des nombres irrationnels. Dans son ouvrage *Sharh mā ashkala min musādarāt Uqlīdis* [Commentaire sur les difficultés des postulats d'Euclide], il fit le point sur les diverses tentatives de démonstration du fameux postulat des parallèles[138] ou cinquième postulat d'Euclide, et, à l'occasion, se livra à des réflexions profondes qui, en établissant le lien entre ce postulat et la somme des angles du quadrilatère et par conséquent du triangle, ouvrirent la voie à la géométrie non euclidienne. L'idée d'Umar al-Khayyām de démontrer le postulat par l'absurde permit d'envisager, pour la première fois, les deux hypothèses que recouvre sa négation et d'en déduire des propositions qui sont déjà des théorèmes de géométrie non euclidienne.

En astronomie, Umar al-Khayyām, à la tête d'un groupe de mathématiciens et d'astronomes de l'observatoire d'Ispahan, réforma le calendrier persan et élabora le calendrier *Jalāli.* Ce calendrier, encore utilisé en Iran, était d'une remarquable exactitude, car, à côté de l'erreur d'un jour de trop tous les 3 300 ans du calendrier grégorien, il ne laissait subsister qu'une erreur d'un jour de trop environ tous les 5 000 ans. Pour parvenir à un tel résultat, il compila les tables astronomiques dites *Zīj malik shāh,* dont la plus grande partie fut perdue et dont il ne reste plus que quelques positions stellaires et la liste des magnitudes[139] des cent étoiles les plus brillantes du ciel.

En physique, il étudia en particulier les poids spécifiques et certains problèmes d'alliage qu'il parvint à résoudre au moyen de l'algèbre. Il composa, en outre, des ouvrages sur la statique (étude des leviers et des balances).

En philosophie, Umar al-Khayyām se présenta lui-même, dans l'un de ses traités, comme élève d'Ibn Sīnā et traduisit l'une de ses œuvres de l'arabe au persan. Spéculant en particulier sur les mathématiques, il estima qu'elles représentaient la partie la plus pure de la philosophie et que leur étude constituait le premier échelon ou degré de l'échelle qui mène au salut et à la connaissance de la véritable essence de l'Être.

Dans le domaine de la poésie, l'œuvre d'Umar al-Khayyām est essentiellement constituée de poèmes épigrammatiques appelés *rubā'iyyāt* (quatrains), dont on a recensé plusieurs centaines, voire un millier.

De nos jours, l'histoire semble retenir d'Umar al-Khayyām l'image du mathématicien accompli que George Sarton, historien contemporain des sciences, présente comme « l'un des plus grands du Moyen Âge », mais aussi l'image du poète sublime et du sage tourmenté. En tout état de cause, « si Al-Khayyām a chanté le vin et les plaisirs fugaces, il n'a pas cessé non plus

d'exprimer sa passion pour la science, tout en sachant que jamais il n'atteindrait la vérité[140] ».

Parmi les nombreux mathématiciens des XIe s./Ve H. et XIIe s./VIe H., deux contribuèrent à l'essor de l'algèbre, notamment en matière de résolution des équations algébriques :

Abū Bakr Mohammed ibn al-Hasan al-Karajī (ou al-Karkhī)

Mathématicien et ingénieur (mort vers 1019/409 H., probablement à Al-Karaj, localité située entre Ispahan et Hamadan). Succédant à Abū'l-Wafā et influencé par Abū Kāmil, Al-Karajī conçut un projet de recherche inédit : faire de l'algèbre « l'arithmétique de l'inconnue » en appliquant systématiquement toutes les ressources du calcul de l'arithmétique au traitement des expressions algébriques et en particulier aux polynômes. Ce calcul découlant de « l'arithmétisation de l'algèbre » deviendra l'un des principaux objets de l'algèbre. Parmi ses ouvrages mathématiques (perdus pour la plupart) on peut citer : *Al-Fakhrī fī'l-jabr,* ouvrage (dédié à Fakhr al-Dawla de la dynastie būyide) s'inspirant largement des *Arithmétiques* de Diophante et dans lequel Al-Karajī, étudiant les puissances successives d'un binôme, démontra la formule du binôme et établit la règle de formation des coefficients binomiaux (donnée plus tard par le triangle de Tartaglia ou de Pascal) jusqu'à la puissance d'ordre douze[141] ; *Al-Badī fī'l-hisāb* [Éléments de calcul], où Al-Karajī exposa, pour la première fois, la théorie de l'extraction de la racine carrée d'un polynôme avec une inconnue et où il résolut des systèmes d'équations en recourant à l'artifice de changement de variables ou de variables auxiliaires et en procédant par substitution ; *Al-Kītāb al-kāfī fī'l-hisāb* [Le Livre suffisant sur le calcul], compendium pratique d'arithmétique, d'algèbre et de géométrie, ainsi que de cadastre à l'intention des fonctionnaires. En se situant au carrefour de l'arithmétique et de l'algèbre, l'œuvre d'Al-Karajī constitue une tentative d'arracher cette dernière discipline à la tutelle de la géométrie. Il fut, à ce titre, l'un des meilleurs représentants du courant des algébristes-arithméticiens qui tentèrent de développer l'algèbre par l'arithmétique et qui cherchèrent la solution par radicaux des équations algébriques.

Sharaf al-Dīn al-Tūsī

Mathématicien et astronome (mort vers 1214/610 H.). Ce fut l'un des grandes figures du courant des géomètres-algébristes, après Umar al-Khayyām, dont il continua l'œuvre algébrique en reprenant ses solutions numériques et géométriques pour les équations cubiques. Dans le célèbre *Kitāb al-mu'ādalāt* [Traité des équations], rédigé vers 1170/565 H., il discuta systématiquement de l'existence des racines positives de ces équations et fut conduit, courbes coniques à l'appui, à un traitement analytique faisant appel à des déterminations de type

infinitésimal. Il traita, par ailleurs, de la résolution numérique des équations cubiques en développant une variante de la méthode dite, au XIXe siècle, de Ruffini-Horner et qui était déjà connue dès la fin du Xe siècle, notamment de Kushiyār ibn Labān et d'Ibn al-Haytham, comme algorithme pour le calcul des racines énièmes. En astronomie, Sharaf al-Dīn al-Tūsī inventa l'astrolabe linéaire.

NASĪR AL-DĪN AL-TŪSĪ ET LES SCIENCES EXACTES

« Si des droites situées dans le même plan divergent
dans une direction, elles ne peuvent converger dans cette direction
à moins qu'elles ne se rencontrent. »
Nasīr al-Dīn al-Tūsī (1201-1274)

« Le grand livre de l'Univers [...] est écrit en langage mathématique. »
Galilée (1564-1642)

Astronome, mathématicien et philosophe, Nasīr al-Dīn al-Tūsī (né en 1201/597 H. à Tūs, au Khurāsān, mort en 1274/672 H. à Bagdad) est généralement considéré comme l'une des figures intellectuelles les plus remarquables de l'époque classique, tant dans les sciences exactes que dans les sciences spéculatives.

Homme au génie universel, surnommé en persan Khadjah Nasīr (Maître Nasīr), Al-Tūsī s'intéressa à plusieurs domaines, dont l'astronomie, les mathématiques, la physique, la logique, la philosophie, la poésie, la théologie, l'astrologie, et composa une œuvre considérable (près d'une centaine de titres). Il écrivit de nombreux traités sur divers sujets scientifiques, composa un traité d'optique et un manuel d'astronomie, effectua des travaux de géographie mathématique et commenta les *Éléments* d'Euclide et l'*Almageste* de Ptolémée. Il rédigea également un traité de morale qui fait encore autorité dans le monde iranien.

Dans sa jeunesse, Al-Tūsī fit des études poussées en mathématiques, notamment avec Kamāl al-Dīn ibn Yūnus, et acquit rapidement une réputation de mathématicien et surtout d'astronome. Il commença sa carrière à une époque particulièrement difficile, où son Khurāsān natal et toute la Perse vivaient sous la menace de l'invasion mongole. D'abord au service des princes ismā'īliens[142] du nord de la Perse, comme bien d'autres savants de son temps, il séjourna dans les places fortes des Assassins[143] et surtout dans la célèbre forteresse d'Alamūt (Nid d'aigle), dotée d'une riche bibliothèque qui lui permit de parfaire sa formation scientifique tout en composant quelques traités essentiels sur la doctrine ismā'īlienne. Après la prise d'Alamūt par les Mongols, il passa au service de ces derniers et réussit à obtenir les faveurs de leur chef, dont il devint l'un des conseillers les plus écoutés.

On rapporte que, lors du siège d'Alamūt par les Mongols, le dernier Grand Maître de cette forteresse, Rukn al-Dīn, demanda à Al-Tūsī de dresser un horoscope pour déterminer l'action à mener face à la situation. L'horoscope conseilla au Grand Maître de se rendre sans conditions, ce qu'il fit ; il fut d'abord bien traité par les Mongols, qui le décapitèrent néanmoins peu après. Quant à Al-Tūsī, il parvint à se rapprocher du chef mongol, probablement pour sauver sa tête et ce qui pouvait l'être encore (en particulier les lieux saints chiites), et devint d'abord son astrologue, puis son astronome.

Après la prise et le démantèlement d'Alamūt en 1256/654 H., le chef mongol, Hūlāgū Khān s'attaqua à Bagdad, qu'il fit détruire systématiquement en 1258/656 H. En conformité avec les coutumes mongoles interdisant de répandre le sang royal sur le sol, le dernier calife abbasside, Al-Mustā'sim, fut enroulé dans des tapis et piétiné à mort par des chevaux. La prise de Bagdad par les Mongols est considérée, jusqu'à nos jours, comme une catastrophe majeure dans l'histoire de l'Islam et marqua la fin d'une époque, y compris de la civilisation arabo-islamique elle-même.

Al-Tūsī réussit à gagner la confiance de Hūlāgū et obtint ainsi que de nombreuses institutions et bibliothèques fussent épargnées de la rage destructrice des envahisseurs. Il parvint même à convaincre Hūlāgū de fonder le grand observatoire astronomique de Marāgha, auquel furent annexés un institut d'enseignement scientifique doté d'instruments variés d'une grande perfection technique et une riche bibliothèque renfermant une collection impressionnante de quatre cent mille volumes. C'est là que furent mises au point, en 1274/670 H., les célèbres tables astronomiques connues sous le nom de *Zīj Il-Khānī* [Tables ilkhanides] comportant quatre grandes parties : Chronologie chinoise, grecque, persane et arabe ; Mouvement des planètes ; Éphémérides ; Astrologie. Ces institutions que dirigea Al-Tūsī, savant « sans égal en son temps », attirèrent de partout, de l'Espagne à la Chine, de nombreux érudits et suscitèrent ainsi le renouveau des études d'astronomie, de mathématiques et de médecine dans cette partie du monde arabo-musulman. Parmi les grands savants de l'époque qui se retrouvèrent à Marāgha occupent une place particulière les astronomes et mathématiciens Qutb al-Dīn al-Shīrāzī, Mu'ayyid al-Dīn al-Urdī, Muhyī al-Dīn al-Maghribī et Najm al-Dīn al-Qazwīnī, l'astronome chinois Fao-Mun-Ji et l'encyclopédiste et philosophe chrétien Abū'l-Faraj ibn al-Ibrī, surnommé Bar Hebraeus, qui enseignait les *Éléments* d'Euclide et l'*Almageste* de Ptolémée.

La tradition de Marāgha, qui associe étroitement observations astronomiques, enseignement et recherche scientifiques de haut niveau, fut poursuivie d'abord par les disciples et collaborateurs d'Al-Tūsī – tels les mathématiciens et astronomes Qutb al-Dīn al-Shīrāzī et Muhyī al-Dīn al-Maghribī[144] –, puis par l'équipe rassemblée plus tard, au XVe s./IXe H., par le souverain et astronome turco-mongol Ulugh Beg (petit-fils du conquérant turco-mongol

Timūr Lāng dit Tamerlan), qui fit édifier à Samarkand un grand observatoire où s'illustrèrent des grands savants comme les mathématiciens et astronomes Ghiyāth al-Dīn al-Kāshī et Alā'l-Dīn Alī ibn Mohammed al-Khusjī[145].

En mathématiques, Al-Tūsī effectua d'importants travaux sur l'arithmétique, l'algèbre, la géométrie et surtout sur la trigonométrie. C'est ainsi que, dans son ouvrage *Jawāmi al-hisāb bi'l-takht wa'l-turāb* [Recueil d'arithmétique à l'aide de tablettes de sable (ou de poussière)], il élabora vers 1265/663 H. des règles de calcul des radicaux en développant une méthode originale d'extraction des racines d'ordre supérieur à trois qu'il appliqua à l'exemple d'une racine sixième. Cette méthode était fondée sur des considérations liées à l'analyse combinatoire avec énoncé de la formule du binôme et calcul des coefficients binomiaux à l'aide d'un tableau très proche du triangle arithmétique appelé par la suite triangle de Pascal.

Quant à la trigonométrie, elle fut portée à sa perfection et constituée en science autonome par Al-Tūsī, dans un ouvrage majeur, le *Kitāb fī'l-shakl al-qattā* [Livre sur la figure sécante], plus connu en Occident sous le titre *Traité du quadrilatère complet*. Cet ouvrage, qui s'inscrit dans une vaste synthèse qui englobe les *Éléments* d'Euclide, les *Sphériques* de Ménélaüs, l'*Almageste* de Ptolémée et nombre d'autres œuvres grecques et arabes, passe pour être l'un des monuments de la science médiévale. Il fut en effet un véritable chef-d'œuvre, tant du point de vue de l'exposé critique et de la systématisation des résultats antérieurement obtenus par les Grecs, les Indiens et les Arabes que de celui de la finesse et de l'originalité de son apport. Al-Tūsī y développa notamment des propositions nouvelles sur la théorie des transversales, dont il tira des relations importantes qui lui permirent de poser les fondements de la trigonométrie sphérique. Ses travaux permirent, en outre, d'affiner les relations du triangle sphérique et d'appliquer la notion de triangle polaire à la résolution d'un triangle quelconque d'angles donnés.

En géométrie, partant des travaux sur les droites parallèles effectués par Ibn al-Haytham et Umar al-Khayyām, il développa sa propre théorie des parallèles dans deux traités : *Tahrīr Uqlīdis* [Rédaction (ou Mise au point) d'Euclide], où il exposa les *Éléments* en y apportant des ajouts importants – des axiomes d'existence des points, lignes et autres figures géométriques définies par Euclide –, et *Risāla al-shāfiya an shakk fī'l-khutūt al-mutawāziya* [Épître qui remédie aux doutes sur les droites parallèles]. Il proposa une démonstration du fameux cinquième postulat d'Euclide sur les parallèles et formula ainsi son propre postulat : « Si des droites situées dans le même plan divergent dans une direction, elles ne peuvent converger dans cette direction à moins qu'elles ne se rencontrent. » Les tentatives de démonstration comme théorème du cinquième postulat d'Euclide jouèrent un grand rôle dans l'histoire de la géométrie, et l'importance de la théorie des parallèles fut reconnue dès le XVIIIe siècle, avec les travaux du mathématicien italien

Giovanni Saccheri, mais surtout au XIXe siècle, avec les recherches systématiques sur les géométries non euclidiennes.

Critiquant le système de Ptolémée, Al-Tūsī conçut une méthode permettant de développer la théorie sur le mouvement des planètes. Selon Ptolémée, pour rendre compte précisément de l'observation du mouvement des planètes Mars, Jupiter et Saturne, il était hors de question d'utiliser le centre de la Terre comme centre de leur mouvement circulaire ; il inventa l'« équant », un centre de rotation uniforme fixé à une certaine distance du centre de la Terre. Quant à Al-Tūsī, il proposa dans sa *Tadhkira* [Mémorial] un modèle géométrique pour établir le mouvement circulaire uniforme autour du centre de la Terre pour ces planètes. Ainsi, « pour être plus fidèle au concept de nature sphérique des cieux, [Al-Tūsī] plaçait la Terre au centre géométrique des sphères terrestres et non, comme dans le système de Ptolémée, à une certaine distance dudit centre. Al-Tūsī voulait expliquer le mouvement apparent des planètes par l'idée de deux sphères tournant l'une dans l'autre. C'est pourquoi l'historien américain contemporain des mathématiques musulmanes, Edward S. Kennedy, qui découvrit ce modèle planétaire, l'appela le couple de Tūsī, car il représente la somme de deux vecteurs mobiles. Ce nouveau mécanisme, qu'il exposa dans son ouvrage, *Tahrīr al-Majistī* [Rédaction de l'Almageste] en 1247/645 H., fut affiné par son élève Qutb al-Dīn al-Shīrāzī vers 1281/680 H. et par le grand astronome Ibn al-Shātir al-Dimashqī vers 1350/750 H.; il fut, à bien des égards, à l'origine de la conception copernicienne du mouvement des planètes. Il est admis que « les astronomes-mathématiciens comme Al-Bīrūnī, Nasīr al-Dīn al-Tūsī, Qutb al-Dīn al-Shīrāzī et beaucoup d'autres, [qui] ont, par des amendements successifs du système ptoléméen, préparé l'avènement de Copernic[146] ».

En philosophie, Al-Tūsī rédigea un commentaire particulièrement remarqué du *Kitāb al-ishārāt* [Livre des directives] d'Ibn Sīnā, dans lequel il critiqua le commentaire qu'en fit le théologien Fakhr al-Dīn al-Rāzī. En outre, il prit résolument la défense d'Ibn Sīnā contre le théologien Abū'l-Fath Shahrastānī, « le tombeur des *falāsifa* », qui renouvela après Al-Ghazālī l'attaque contre les philosophes hellénisants, Ibn Sīnā en particulier. Par ailleurs, Al-Tūsī composa, en persan, un célèbre ouvrage, *Akhlāq-e Nasīrī* [Éthique à Nasīr], qui passa pour être l'un des plus remarquables traités de morale de son temps.

En théologie chiite, Al-Tūsī écrivit divers ouvrages, tels que le *Tajrīd al-aqā'id* [Catharsis (ou Purgation) des articles de foi] et les *Qawā'id al-aqā'id* [Fondements des articles de foi], qui en font, jusqu'à nos jours, l'un des maîtres à penser en la matière. Unissant, en outre, philosophie et théologie dans ses divers ouvrages, il est considéré comme l'un des fondateurs du *kalām* chiite. On lui doit également un remarquable traité de soufisme et quelques pièces de poésie.

Enfin, Al-Tūsī composa un ouvrage traitant des questions d'optique géométrique et physiologique, et il effectua par ailleurs maints travaux portant

sur la géographie mathématique, la géodésie, voire la minéralogie avec son *Kitāb al-ahjār* [Livre des pierres].

L'œuvre d'Al-Tūsī couvre donc l'ensemble des disciplines, de la théologie aux sciences exactes. Son influence fut immense en Orient, mais, en Occident, seuls certains de ses écrits d'astronomie et de mathématiques furent traduits et étudiés, quoique tardivement, à la fin du Moyen Âge et pendant la Renaissance. Avec lui s'éteignit la lignée des grands astronomes et mathématiciens, exception faite de quelques grands noms, tels ceux des Maghrébins Abū'l-Abbās Ahmed ibn al-Bannā, Abū'l-Abbās Ahmed ibn Qunfudh et Abū'l-Hasan Alī al-Qalasādī, et, pour l'Orient, ceux de Kamāl al-Dīn al-Fārīsī et Ghiyāth al-Dīn al-Kāshī. En particulier, Kamāl al-Dīn al-Fārīsī et Abū'l-Abbās ibn al-Bannā, succédant à Al-Tūsī dont ils utilisèrent largement la terminologie, apportèrent une contribution remarquable à l'interprétation combinatoire du triangle arithmétique et à sa loi de formation, de même qu'à l'ensemble des règles fondamentales de l'analyse combinatoire. Avec ces auteurs et ceux venant par la suite, dont notamment Ghiyāth al-Dīn al-Kāshī, l'analyse combinatoire élargit son champ d'application à bien d'autres domaines que l'algèbre.

En matière d'astronomie, des progrès significatifs furent réalisés à l'observatoire de Marāgha sous la direction d'Al-Tūsī, dont l'œuvre fut poursuivie à Tabrīz et à Damas, mais surtout à Samarkand. Cet observatoire servit de modèle à plusieurs autres créés par la suite, tels que ceux de Samarkand[147], fondé au xve s./ixe H. par Ulugh Beg, d'Istanbul, fondé au xvie s./x^e^ H. par Murād III, et de Jaïpur, fondé au xviiie s./xiie H. par Jaï Singh II. À ce propos, les observatoires de Marāgha, de Samarkand et d'Istanbul, leurs modes d'organisation et les instruments perfectionnés dont ils furent équipés exercèrent une nette influence sur l'astronomie occidentale et servirent de modèle à l'astronome danois Tycho Brahe, qui fonda au xvie siècle les observatoires d'Uranienborg et de Stjerneborg. Par ailleurs, Al-Tūsī forma le projet d'étendre son modèle planétaire à l'ensemble des planètes (en plus de Mars, Jupiter et Saturne), mais ne put achever ses calculs. Toutefois, son élève Qutb al-Dīn al-Shīrāzī étudia une variante de son « couple » pour la planète Mercure, et l'astronome Ibn al-Shātir al-Dimashqī y ajouta le modèle lunaire : partant du modèle d'Al-Tūsī, il introduisit un deuxième épicycle dans les systèmes du Soleil et de la Lune. La théorie de la Lune proposée, deux siècles plus tard, par le grand astronome polonais Nicolas Copernic fut à ce point similaire à celle d'Ibn al-Shātir que l'on peut dire avec S. H. Nasr que « tout ce que les travaux de Copernic ont apporté de neuf en astronomie se trouve intégralement dans les œuvres de l'école d'Al-Tūsī ».

L'œuvre scientifique et philosophique d'Al-Tūsī fut poursuivie ou commentée par de nombreux savants et penseurs dont :

Najm al-Dīn Alī al-Qazwīnī

Astronome, mathématicien et philosophe (mort vers 1276/675 H. à Qazwīn, au nord de la Perse). Il participa en 1259/657 H. à la construction de l'observatoire de Marāgha et y travailla sous la direction d'Al-Tūsī. En philosophie, il fut également élève d'Al-Tūsī et fut lui-même l'un des maîtres de Qutb al-Dīn al-Shīrāzī et du théologien chiite Allāmah Hillī. Il effectua de nombreux travaux scientifiques et rédigea maints ouvrages philosophiques, dont son *Kitāb al-hikma* [Livre de la sagesse] et surtout sa *Risāla* [Épître] traitant de la logique.

Qutb al-Dīn al-Shīrāzī (plus connu sous le nom de Mahmūd ibn Mas'ūd)

Astronome, mathématicien, médecin et philosophe (né vers 1236/634 H. à Chīrāz, mort vers 1311/710 H. à Tabrīz), assurément le plus illustre élève et collaborateur d'Al-Tūsī à l'observatoire de Marāgha. Il accomplit une œuvre considérable en astronomie – il étendit et affina le modèle planétaire d'Al-Tūsī – et composa le *Nihāyat al-idrāk fī dirāyat al-aflāk* [L'Extrême Compréhension dans la connaissance des sphères célestes] et l'*Al-Tuhfa al-shāhiyya fī'l-hay'a* [Cadeau attirant sur l'astronomie], ouvrages qui traitaient en profondeur d'astronomie en faisant largement appel aux mathématiques tout en se référant étroitement à la célèbre *Tadhkira* [Mémorial] d'Al-Tūsī. Al-Shīrāzī rédigea, par ailleurs, plusieurs livres traitant d'optique, de mathématiques, de médecine, de philosophie, de géographie astronomique, de théorie musicale et d'exégèse coranique, et fit un commentaire particulièrement connu et apprécié du *Qānūn fī'l-tibb* [Canon de la médecine] d'Ibn Sīnā. Philosophe et penseur soufi, il mit en valeur les doctrines illuministes d'Al-Suhrawardī et vécut humblement à la manière des soufis.

Kamāl al-Dīn al-Fārisī

Mathématicien, astronome et physicien de la célèbre école de Marāgha (mort vers 1320/719 H. à Marāgha [?]). Il obtint de remarquables résultats en théorie des nombres et établit l'usage du triangle arithmétique, plus connu par la suite sous le nom de triangle de Pascal. Succédant à Al-Tūsī dont il utilisa une bonne partie du lexique, Al-Fārisī contribua beaucoup à étendre le champ d'application de l'analyse combinatoire à tout domaine, outre l'analyse et la linguistique, où intervient la partition d'un ensemble d'objets. Il fut le brillant élève du grand savant Qutb al-Dīn al-Shīrāzī et l'un des grands héritiers intellectuels d'Al-Tūsī. En optique, il commenta l'œuvre d'Ibn al-Haytham, qu'il compléta par des travaux personnels et originaux consignés dans son *Tanqīh al-manāzir* [Révision (du livre) de l'optique]. Il donna, en particulier, la première explication correcte de l'arc-en-ciel, phénomène météorologique produit par la réfraction et la réflexion des rayons solaires dans les gouttes d'eau en suspension dans l'atmosphère. Il conçut et effectua de nombreuses

autres recherches sur les phénomènes météorologiques et célestes en s'aidant notamment de la chambre noire. Par ailleurs, proposant une explication de la réfraction, il émit l'idée originale que la vitesse de la lumière est très grande, mais finie, et qu'elle est en proportion inverse de la densité des milieux transparents qu'elle traverse.

ABŪ'L-ABBĀS AHMED IBN AL-BANNĀ, GHIYĀTH AL-DĪN JAMSHĪD AL-KĀSHĪ ET LE CALCUL NUMÉRIQUE

« Ce savant [Ibn al-Bannā] est une éminente figure maghrébine dont le savoir a forcé l'estime d'un Ibn Khaldūn. »

H. Suter et M. Ben Cheneb[148]

« [Al-Kāshī] est un homme de science remarquable, un des plus célèbres au monde [...] et qui pouvait résoudre les problèmes les plus difficiles. »

Ulugh Beg (1393-1449)

Ce fut à la fin du XIIIe s./VIIe H. que le goût pour les sciences en général et les mathématiques en particulier amorça son déclin dans le monde arabo-musulman. Avec Nasīr al-Dīn al-Tūsī (mort en 1274/672 H.) s'éteignit, en effet, la lignée des grands mathématiciens, exception faite de quelques grandes figures, tels les Maghrébins Abū'l-Abbās ibn al-Bannā, Abū'l-Abbās ibn Qunfudh, Abū'l-Hasan Ali al-Qalasādī et les Persans Kamāl al-Dīn al-Fārisī et Ghiyāth al-Dīn al-Kāshī.

Homme de science et érudit, Abū'l-Abbās Ahmed ibn al-Bannā (né en 1256/654 H. à Marrakech, mort en 1321/721 H. à Marrakech) fut un savant versé dans plusieurs domaines de connaissance, mais dont la renommée repose essentiellement sur son savoir en mathématiques et en astronomie.

Certains auteurs contemporains le présentent comme le dernier mathématicien de l'Occident musulman à s'être livré à une véritable activité de recherche : il aborda des problèmes nouveaux pour son époque, auxquels il apporta des solutions inédites, et proposa des idées tout à fait originales.

Dans sa jeunesse, Ibn al-Bannā reçut une solide formation dans les sciences traditionnelles : langue et grammaire arabes, Coran, *hadīth*, *fiqh* (droit), dans sa ville natale, où il fut en outre initié aux mathématiques, à l'astronomie et à la médecine. Sa réputation comme savant et soufi (il rédigea un résumé de l'*Ihya'*, ouvrage d'inspiration soufi d'Al-Ghazālī) dépassa bientôt le cadre de Marrakech et il fut alors invité plusieurs fois par les sultans mérinides[149] à Fès, où il forma plusieurs disciples. Son prestige, en son temps, ne provenait pas de ses seuls travaux mathématiques et astronomiques, mais surtout de la richesse et de la diversité de sa production.

En mathématiques, il contribua à faire progresser sensiblement l'arithmétique (dans le calcul des fractions et des racines carrées) et l'analyse combinatoire (dont il étendit le champ d'application à tous les domaines, en plus de l'algèbre, où intervient la partition d'un ensemble d'objets), mais il semble avoir été surtout un excellent vulgarisateur et le grand spécialiste de son temps du calcul en chiffres *ghubār,* chiffres universellement utilisés de nos jours.

Après sa mort, on fit malheureusement de lui un personnage de légende, une sorte de devin capable d'accomplir toutes sortes de prodiges grâce à ses connaissances scientifiques appliquées à la divination et à la magie, alors que ses biographes mettent davantage l'accent sur sa piété, la noblesse de son caractère et sa haute conduite morale. Il n'en reste pas moins vrai que « ce savant est une éminente figure maghrébine dont le savoir a forcé l'estime d'un Ibn Khaldūn[150] ».

On attribue généralement à Ibn al-Bannā plus d'une centaine d'ouvrages (perdus pour la plupart) ayant trait à toutes les branches du savoir accessibles à l'époque, voire à certaines sciences occultes ou apparentées, telles que l'astrologie, la magie et la divination. Parmi ses écrits scientifiques, ceux relatifs à la science du calcul assurèrent sa notoriété, en particulier le *Talkhīs a'māl al-hisāb* [Abrégé des opérations de calcul], objet de nombreux commentaires. On cite également, parmi les autres ouvrages qui nous sont parvenus, le *Raf'al-hijāb an 'ilm al-hisāb* [Soulèvement du voile sur la science du calcul], les *Masā'il fī'l-'adad al-tām wa'l-nāqis* [Questions sur les nombres complets et incomplets], le *Kitāb al-usūl wa'l-muqaddimāt fī'l-jabr* [Livre des fondements et des préliminaires en algèbre], les tables astronomiques, *Minhāj al-tālib li-ta'dīl al-kawākib* [Guide de l'étudiant pour l'équilibre des astres], le *Tanbīh al-albāb* [Avertissement aux intelligents], dans lequel il exposa la méthode combinatoire du triangle arithmétique pour dénombrer tous les mots qu'il est possible de prononcer en utilisant les vingt-huit lettres de l'alphabet arabe. Il composa également nombre d'épîtres ou d'opuscules traitant en particulier de calcul des aires *(al-taksīr),* de science du mesurage *('ilm al-misāha)* et de l'utilisation de l'astrolabe universel plat d'Al-Zarqālī *(al-safīha al-zarqāliyya al-jami'a).*

Ibn al-Bannā conçut une approche nouvelle de la théorie de la numération qu'approfondira plus tard Al-Kāshī, et il effectua des travaux remarquables sur l'analyse combinatoire, travaux qui s'inscrivaient dans le prolongement des activités de recherche et des préoccupations d'Ibn Mun'im dont l'un des élèves fut le maître d'Ibn al-Bannā. C'est ainsi qu'il affina et étendit l'usage de règles combinatoires établies avant lui, notamment celles d'arrangements sans répétition de n objets, pris p à p, de permutations et de combinaisons sans répétition – tout en conservant une bonne partie du lexique déjà adopté par Nasīr al-Dīn al-Tūsī –, et qu'il apporta une contribution originale avec l'énoncé et la démonstration de la formule des factorielles.

Ainsi, Ibn al-Bannā apparaît comme l'un des derniers novateurs, mais aussi le point de départ d'une tradition mathématique qui, après s'être étendue à tout le Maghreb, a fini par atteindre l'Andalousie, l'Égypte, voire certaines régions subsahariennes. Cette tradition fut celle des commentaires, et c'est ainsi que l'on a pu recenser plus d'une quinzaine d'écrits consacrés à l'explication, au développement et parfois même à la critique de son seul *Talkhīs* [Abrégé]. Le caractère condensé, abstrait, voire rhétorique du *Talkhīs*[151] peut expliquer l'intérêt que lui portèrent très tôt maints mathématiciens à travers des commentaires plus ou moins détaillés, mais qui n'apportèrent vraiment rien de nouveau, tant sur le plan théorique que sur le plan des applications des notions et des techniques antérieures. La nouveauté la plus significative se situe au seul niveau de l'expression écrite avec la mise en place et l'utilisation progressive d'un symbolisme relativement élaboré chez deux des plus grands commentateurs : Ibn Qunfudh et surtout Al-Qalasādī.

La production d'Ibn al-Bannā contribua beaucoup au renforcement de son statut scientifique et social, et c'est ainsi qu'il fut amené à rédiger un ouvrage original, le *Tanbīh al-albāb* [Avertissement aux intelligents], dans lequel il se proposa d'apporter des solutions à certains problèmes concrets (il en exposa dix-sept) qui préoccupaient ses contemporains. En effet, « la première partie de ce petit livre contient des réponses mathématiques précises à des questions touchant à des domaines très variés de la vie de tous les jours, comme la composition des médicaments, le calcul du débit des canaux d'irrigation, l'explication arithmétique d'un verset du Coran relatif aux héritages, [...], le calcul exact de l'impôt légal pour un paiement différé de cet impôt, etc. La seconde partie, qui s'inscrit dans la tradition déjà ancienne des mathématiques ludiques et culturelles, rassemble un ensemble de petits problèmes arithmétiques présentés sous forme d'énigmes poétiques[152] ».

En plus de ses contributions originales en analyse combinatoire avec l'extension des problèmes de dénombrement au-delà du seul domaine de la langue, Ibn al-Bannā introduisit une démarche algébrique nouvelle dans la justification de l'existence des solutions des équations canoniques d'Al-Khwārizmī.

Cependant, dans le monde musulman, tant en Orient qu'en Occident, le goût pour les sciences en général et pour les mathématiques en particulier commença de décliner dès le XIVe s./VIIIe H. Certes, il y eut par la suite de rares novateurs qui résolurent quelques problèmes nouveaux, affinèrent certaines méthodes déjà connues et en inventèrent même de nouvelles, mais les résultats obtenus étaient en général relativement modestes, voire globalement insignifiants. En fait, les préoccupations n'étaient plus les mêmes, car l'effort portait dorénavant essentiellement sur les commentaires d'ouvrages précédents ou de simples références à des acquis antérieurs, les contributions originales étant plutôt exceptionnelles. Cet état de fait confirme parfaitement les conclu-

sions auxquelles était parvenu le célèbre historien et érudit maghrébin Ibn Khaldūn lorsqu'il évoquait, déjà à son époque (fin du XIVe s./VIIIe H.), le déclin des activités scientifiques et culturelles dans l'Occident musulman. Il est probable qu'en évoquant ce déclin Ibn Khaldūn dut méditer profondément sur la presque vacuité intellectuelle et surtout scientifique qui accompagna l'après-Ibn al-Bannā.

Quant au mathématicien et astronome Ghiyāth al-Dīn Jamshīd al-Kāshī, connu également sous le nom d'Al-Kāshānī (né vers le milieu du XIVe s./VIIIe H. à Kāshān, en Perse centrale, mort en 1429/832 H. à Samarkand, en Transoxiane), il fut incontestablement l'un des derniers grands savants arabo-musulmans.

Sa vie, surtout au début, est mal connue ; toutefois, les grandes étapes ont pu en être reconstituées à travers ses propres écrits en arabe ou en persan. Vers 1416/819 H., à l'invitation d'Ulugh Beg, il s'installa dans sa capitale, Samarkand, où il acquit bientôt une position éminente au sein du groupe d'astronomes et de mathématiciens travaillant à l'observatoire fondé par ce souverain, qui fut lui-même un grand astronome. Cet observatoire devint à l'époque le centre scientifique le plus important du monde sous la direction d'Al-Kāshī, qu'Ulugh Beg désignait comme « notre grand maître » et dont il disait, en reconnaissance de ses immenses talents, qu'il était « un homme de science remarquable, un des plus célèbres au monde, qui maîtrisait parfaitement la science des Anciens qu'il contribua à développer et qui pouvait résoudre les problèmes les plus difficiles ».

En fait, Al-Kāshī effectua des recherches poussées, tant en mathématiques qu'en astronomie, et consigna ses résultats dans de nombreux écrits, malheureusement perdus pour la plupart. Dans le *Risāla kamāliyya* [Épître de la plénitude], il traita des grandeurs et des distances des astres, dans le *Zīj-i Khāqānī*, il affina davantage les tables ilkhāniennes de Nasīr al-Dīn al-Tūsī. Il rédigea aussi un opuscule décrivant avec précision plusieurs instruments astronomiques cités dans l'*Almageste* de Ptolémée, ainsi que d'autres, mis au point plus tard par les astronomes arabo-musulmans. À Samarkand, il collabora activement à l'établissement des fameuses tables astronomiques connues sous le nom de *Zīj-i sultānī* ou *Zīj* d'Ulugh Beg, ainsi qu'à la construction et à l'équipement d'un grand observatoire dont les vestiges sont encore visibles de nos jours.

Vers 1423/826 H., Al-Kāshī acheva la rédaction d'un important ouvrage, *Al-Risāla al-muhītiyya* [Épître sur la circonférence], dans lequel il calcula la valeur de π (pi), nombre qui représente le rapport constant de la circonférence d'un cercle à son diamètre, avec une précision portant sur dix-sept décimales exactes (précision au dix millionième de milliardième près, jamais atteinte auparavant). Pour parvenir à une telle précision, il utilisa des polygones réguliers inscrits et circonscrits avec un nombre de côtés infiniment

plus grand que les quatre-vingt-seize d'Archimède. En outre, avec des procédés algorithmiques similaires à ceux exposés dans le même ouvrage, il put donner pour le sinus d'un degré une détermination encore plus précise.

Vers 1426/829 H., Al-Kāshī mit au point la rédaction définitive d'un ouvrage entamé depuis une dizaine d'années, *Nuzhat al-hadā'iq* [Plaisir des jardins], dans lequel il décrivit l'*equatorium,* un instrument « destiné à déterminer la position des planètes par des moyens manuels[153] ». La même année, il composa le *Lawh al-ittisālāt* [Table des relations], qui permet de réaliser rapidement des interpolations linéaires.

L'ouvrage le plus connu d'Al-Kāshī reste toutefois son *Miftāh al-hisāb* [Clef de l'arithmétique], composé en 1427/830 H,. qu'il dédia à Ulugh Beg et qui connut une ample diffusion non seulement en Orient, mais également en Occident (à travers Vienne et Constantinople). Dans cette œuvre capitale, véritable encyclopédie mathématique regroupant la plupart des méthodes arithmétiques et algébriques élaborées antérieurement, il exposa les opérations arithmétiques, la théorie des proportions et les méthodes usuelles de calcul des radicaux, reprit et approfondit le procédé d'extraction des racines énièmes au moyen de la règle appelée de nos jours de Ruffini-Horner, retrouva le triangle arithmétique dit de Pascal ou de Tartaglia et affina les résultats obtenus par Nasīr al-Dīn al-Tūsī en analyse combinatoire, en ce qui concerne la formule du binôme dit de Newton. En outre, il utilisa la preuve par neuf, étudia les puissances d'exposant entier, effectua des sommations de séries numériques jusqu'à la quatrième puissance des nombres entiers naturels, développa l'antique système sexagésimal des Babyloniens, approfondit l'étude et le calcul des fractions décimales *(al-kusūr al-a'shriyya).* Enfin, il établit de nombreuses formules pour déterminer les aires des diverses figures planes et les volumes de la sphère et de ses segments, des pyramides et cônes tronqués, des polyèdres réguliers, dressa des tables auxiliaires pour divers calculs, dont les poids spécifiques de diverses substances, traita de trigonométrie et d'algèbre, démontra le calcul dit des cosinus et résolut quelques systèmes indéterminés. Cet ouvrage complet, rédigé de façon claire et selon un plan savamment conçu, vise à répondre à tous les besoins, aussi bien d'ordre pratique (administration, commerce, architecture…) que d'ordre théorique (calcul algébrique, astronomie…).

L'un des apports les plus notables d'Al-Kāshī fut, selon A. I. Sabra, « son étude exhaustive et systématique des fractions décimales, dont était apparue une esquisse dans l'Islam dès le xe s./ive H. avec l'œuvre du mathématicien damascène Al-Uqlīdisī ». Ses travaux sur les fractions décimales ne furent repris qu'au xvie siècle en Europe par le mathématicien flamand Simon Stevin de Bruges, qui, dans son *Arithmétique* (1585), systématisa leur emploi. L'œuvre d'Al-Kāshī constitue une véritable science des nombres qui portera pour toujours son empreinte.

Parmi les derniers novateurs de la grande tradition mathématique arabe et à la suite d'Ibn al-Bannā et d'Al-Kāshī, deux grands noms méritent d'être retenus :

Abū'l-Abbās Ahmed ibn Qunfudh al-Qasantīnī

Mathématicien et érudit maghrébin (né vers 1340/741 H. à Constantine, en Algérie, mort vers 1407/810 H. à Constantine). Il séjourna à Fès, Marrakech, Tlemcen et Tunis, et s'employa durant ses différents voyages à parfaire ses connaissances auprès des grands maîtres de son temps, dont il consigna scrupuleusement les noms (en mathématiques, notamment, il suivit à Fès les cours d'Abū Zayd Abd al-Rahmān ibn Sulaymān, l'un des disciples d'Ibn al-Bannā). Il composa quelque vingt-six ouvrages dont dix furent conservés, parmi lesquels on mentionnera *Bughyat al-fārid min al-hisāb wa'l-farā'id* [Désir de l'obligé en matière de calcul et de partages successoraux], *Hatt al-niqāb an wujūh a'māl al-hisāb* [Dévoilement des aspects liés aux opérations de calcul], commentaire du fameux *Talkhīs* [Abrégé] d'Ibn al-Bannā, et *Taysīr al-matālib fī'l ta'dīl al-kawākib* [Manuel requis sur l'équilibre des astres]. Il rédigea aussi un poème médical *(Urjūza fī'l-tibb),* un livre des nécrologies *(Kitāb al-wafayāt)* et un traité sur la science des heures *('ilm al-awqāt).* Enfin, dans son commentaire *Hatt al-niqāb,* Ibn Qunfudh introduisit déjà le symbolisme algébrique dans l'écriture des polynômes et des équations.

Abū'l-Hasan Alī al-Qalasādī al-Bastī

Mathématicien et juriste maghrébo-andalou (né au début du XVe s./IXe H. à Baza ou Basta, en Espagne, mort en 1486/891 H. à Béja, en Tunisie). Il étudia d'abord à Grenade, avant de parfaire ses connaissances littéraires et scientifiques dans toutes les grandes villes du Maghreb et d'Égypte. Auteur prolifique, Al-Qalasādī fut surtout un compilateur qui se distingua par une composition soignée et de remarquables apports personnels. En mathématiques, il employa le premier un symbolisme[154] assez élaboré, voire généralisé dans la présentation et l'écriture des équations : usage de la lettre *sh* (abréviation de *shay* ou « chose ») pour désigner l'inconnue x, de la lettre *m* (de *māl* ou « bien », « capital ») pour désigner le carré x^2 de l'inconnue, de la lettre *k* (de *ka'b* ou « cube ») pour désigner le cube x^3 de l'inconnue, de la lettre *l* (de *ta'dīl* ou « égalité ») pour représenter le signe = de l'égalité[155] et de la lettre *j* (de *jidhr* ou « racine ») pour représenter la racine carrée avec pour symbole le radical √.

Parmi la quarantaine d'ouvrages qu'on lui attribue et dont plusieurs sont perdus, le *Kashf al-asrār 'an 'ilm hurūf al-ghubār* [Révélation des secrets relatifs à la science des chiffres de poussière], le *Kashf al-jilbāb 'an 'ilm al-hisāb* [Soulèvement du voile sur la science du calcul], que l'auteur destinait aux débutants comme aux spécialistes et où il exposa les symboles algébriques précédents, le *Sharh Talkhīs Ibn al-Bannā* [Commentaire de l'*Abrégé* d'Ibn

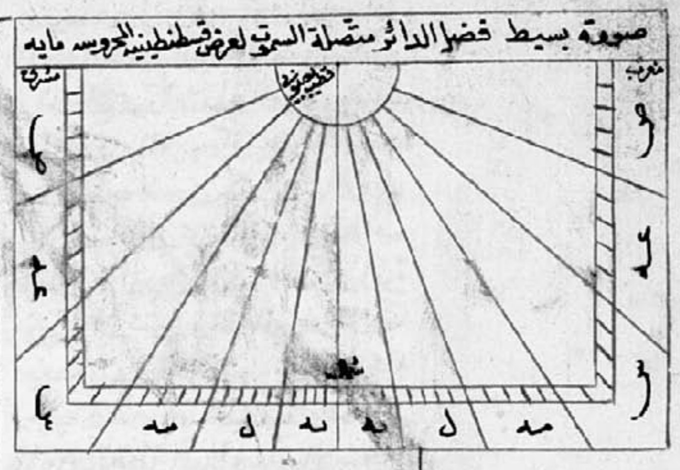
al-Bannā], et le *Bughyat al-mubtadī wa ghunyat al-muntahī* [Désir du débutant et suffisance du sortant], sur les partages successoraux, occupent une place particulière. En arithmétique, les travaux d'Al-Qalasādī portèrent surtout sur les fractions, l'extraction des racines et les sommations sur les nombres entiers pairs et impairs. Mais c'est en algèbre que son apport fut décisif, car ce fut avec lui qu'apparut véritablement l'écriture symbolique.

NOTES

106. Fractions dont le dénominateur est 10 ou une puissance de 10.
107. Dont une version dite chiffres *ghubār* (littéralement, « tracés dans la poussière », car à l'origine on effectuait les opérations sur des tablettes poudrées) est celle dont on se sert universellement aujourd'hui, l'autre version étant encore utilisée au Moyen-Orient sous la dénomination de chiffres « hindi ».
108. L'utilisation de la lettre *x* vient du mot espagnol *xay,* déformation du mot arabe *shay* signifiant « chose ».
109. Appelé cotangente. Les Arabes découvrirent les inverses du cosinus et du sinus appelés sécante et cosécante.
110. Cité par Georges Ifrah, *Histoire universelle des chiffres*, Paris, Robert Laffont, 1994.
111. Certains savants citent plutôt le *Sūrya-siddhānta* ou le *Khandakhādyaka.*
112. Dans le *Liber abaci* de l'Italien Leonardo Fibonacci (XIIIe siècle), le mot arabe *sifr* est latinisé sous la forme *zephirum* qui deviendra en Italie *zefero* et finalement *zéro.*
113. Notamment les fractions égyptiennes ou quantièmes (qui ont 1 pour numérateur), pour faire face aux problèmes d'héritage.
114. Il réalisa également la première traduction latine du Coran.
115. Par la suite, les solutions de ces équations furent appelées nombres algébriques : nombres entiers positifs ou négatifs (exemple : – 3 ; 2...), nombres rationnels (exemple : – 2/3 ; 11/7…), nombres irrationnels (exemple : $\sqrt{2}$; $\sqrt{3}$).
116. Il donne les six équations types ou équations canoniques suivantes (écrites à l'aide de symboles modernes) : $ax^2 = bx$; $ax^2 = c$; $bx = c$; $ax^2 + bx = c$; $ax^2 + c = bx$ et $ax^2 = bx + c$ (x étant l'inconnue, a, b et c des nombres strictement positifs ; les seuls acceptés à l'époque).
117. Il écarte la racine nulle et négative, le zéro n'étant pas pour lui un nombre, et il ignore les nombres négatifs.
118. Appelée aussi analyse diophantienne rationnelle, qui a pour objet la recherche des solutions entières ou rationnelles des équations algébriques à une ou plusieurs inconnues et à coefficients entiers (équations diophantiennes).
119. En trigonométrie, les Arabes optèrent pour la méthode des *Siddhānta*, qui, établissant une correspondance entre la corde et l'arc au centre, introduit sous forme de rapport la fonction *sinus*.

120. Équation qui s'écrit : $x^3 + b = ax^2$.
121. Il était parvenu ainsi à résoudre des équations dont les coefficients et les racines ne sont plus des entiers ou des rationnels, mais également des irrationnels quadratiques (racine d'entier).
122. Si a, b, c sont les longueurs des côtés du triangle et p son demi-périmètre, l'aire du triangle est $S = \sqrt{[p(p - a)(p - b)(p - c)]}$.
123. Tout en lui apportant une simplification majeure qui est restée jusqu'à nos jours : le cercle trigonométrique de rayon 1.
124. Al-Samaw'āl donna un système de 210 équations linéaires à 10 inconnues.
125. R. Rashed (dir. publ.), *Histoire des sciences arabes*, Paris, Le Seuil, 1997.
126. Le nombre 6, par exemple, est un nombre parfait car 6 = 1 + 2 + 3.
127. Ce sont des paires de nombres tels que l'un est égal à la somme des diviseurs de l'autre. Les nombres 220 et 284, déjà connus des pythagoriciens, sont amiables car le premier a pour diviseurs 1, 2, 4, 5, 10, 11, 20, 22, 44, 55, 110, dont la somme est égale à 284, et le second a pour diviseurs 1, 2, 4, 71, 142, dont la somme est égale à 220.
128. Courbes planes, appelées aussi sections coniques, telles que la parabole, l'ellipse et l'hyperbole.
129. Ou aire délimitée par une parabole et une droite.
130. L'aire de l'ellipse est égale à l'aire du cercle dont le carré du rayon est égal au produit des demi-axes de l'ellipse.
131. Environ 365,242 jours entre deux passages du Soleil par le même point de son orbite apparente. L'année solaire est inférieure à l'année sidérale (environ 365,256 jours), temps que met la Terre pour boucler son orbite autour du Soleil.
132. Mathématicien grec (fin Ier siècle après J.-C.).
133. Mathématicien et compilateur grec (début du IVe siècle après J.-C.).
134. Selon lui, un infini ne pouvait être plus grand qu'un autre infini, car une série infinie de nombres peut être une partie quelconque d'une autre série infinie.
135. B. Hāmidi, « Umar al-Khayyām », *Grande Encyclopédie Larousse*, Paris, Larousse, 1974.
136. Parmi ces vingt-cinq équations différentes, six (de degré inférieur ou égal à deux) avaient déjà été étudiées par Al-Khwārizmī, cinq étaient du troisième degré mais pouvant se ramener, par changement d'inconnue, à l'une des six équations canoniques d'Al-Khwārizmī. Il restait donc quatorze équations que les prédécesseurs d'Al-Khayyām avaient déjà étudiées mais sans grand succès.
137. À titre d'exemple, pour résoudre l'équation : « un cube est égal à des côtés plus un nombre », c'est-à-dire $x^3 = ax + b$ avec a et b positifs, il détermina la racine (positive) par intersection d'une demi-parabole et d'une branche d'hyperbole équilatère.
138. Ce postulat peut se formuler ainsi : « Dans un plan, par un point extérieur à une droite, on ne peut mener qu'une seule parallèle à cette droite. »
139. Quantités caractérisant l'éclat apparent ou réel d'un astre. La magnitude ou grandeur s'exprime par un nombre qui diminue quand l'éclat augmente.

140. B. Hamidi, « Umar al-Khayyām », *Grande Encyclopédie Larousse*, Paris, Larousse, 1971.
141. À la même époque, on retrouva, dans un traité du mathématicien chinois Jia Xian, les mêmes développements jusqu'à la puissance d'ordre six.
142. Les ismā'īliens sont les chiites dits septimains (ou « aux sept imams »), minoritaires par rapport aux chiites dits duodécimains (ou « aux douze imams »).
143. De *hashīshiyyūn* ou *hashshāshūn* ou *hashīshiyya* (ceux qui s'adonnent au *hashīsh*).
144. Né vers 1214/611 H. à Valence, et mort vers 1282/681 H. probablement à Marāgha, il écrivit de nombreux ouvrages d'astronomie (notamment sur l'astrolabe) et de mathématiques.
145. Né au Turkestān (mort en 1474/879H.). Il dirigea l'observatoire de Samarkand et compléta les tables d'Ulugh Beg.
146. Georges C. Anawati, « Islam », *Encyclopaedia Universalis*, Paris, A. Michel, 1997.
147. Cet observatoire était équipé des instruments les plus performants de l'époque, dont un arc méridien de 50 mètres de haut et un gnomon géant de 80 mètres de diamètre, utilisé pour déterminer la hauteur du Soleil d'après la longueur de l'ombre.
148. « Al-Bannā », *Encyclopédie de l'Islam*, Leyde/Paris, Brill, 1975.
149. Dynastie qui régna de 258/656 H. à 1465/869 H. et qui marque l'âge d'or de la civilisation marocaine.
150. H. Suter et M. Ben Cheneb, *op. cit.*
151. Le *Talkhīs* se caractérise par l'absence de tout symbolisme, alors que sur ce point existait déjà à l'époque une pratique dans bien des domaines (fractions, algèbre des polynômes, équations).
152. Ahmed Djebbar, « Les Mathématiques maghrébines », *Bulletin de l'AMUCHMA*, n° 15, Maputo, 1995.
153. J. Vernet, « Al-Kāshi », *Encyclopédie de l'Islam*, Leyde/Paris, Brill, 1975.
154. Le symbolisme en mathématiques est bien antérieur, mais Al-Qalasādī le rendit plus familier.
155. En Occident, l'invention de ce signe = est attribuée au mathématicien anglais Robert Recorde (xvie siècle).



وان اردت رسم قوس العصر في فضاآتها
فارسمه بما سياتي في المقطوعات وان تجاوزت
النصف من الدائرة الدستورية في الجهتين
واخذت من الجدول لتمام مازاد علي تسعين
من اجزاء فضل الدائر سمتا اعني تمام ما تجد
ووضعت رجل البركار في مقاطعة الدستورية
لخط المشرق والمغرب وعلمت بالاخري في الفضلة
كلا من الجهتين الي ان يساوي اجزاء نصف
القوس كان اكمل وهذه صورته مع جدول
الزيادة المستخرج من الاول وانما رسمت ذلك
في سطح دائرة تفننا في المثال فان تغير الشكل
في المتصلات لا يلزم منه محذور بخلاف

Chapitre 5

L'ASTRONOMIE

La science astronomique arabe, se fondant notamment sur les conceptions grecques en raison de l'autorité dont jouissaient particulièrement Aristote et Ptolémée, prit rapidement son essor dès le IXe s./IIIe H. En effet, stimulés par les ouvrages astronomiques des Indiens, des Persans et des Grecs, notamment par les *Siddhānta,* le *Zīj al-shāh* et surtout l'*Almageste,* les Arabes s'engagèrent très tôt, sous l'égide des califes abbassides, dans des observations systématiques et des recherches méthodiques qui devaient les placer, pour des siècles, à l'avant-garde du progrès en astronomie. L'intérêt tout particulier qu'ils portèrent à l'astronomie fut dicté également par des considérations d'ordre religieux : les mouvements célestes représentaient, à leurs yeux, des preuves manifestes de l'omnipotence et de l'omniscience de Dieu, comme il est rapporté dans maints versets du Coran.

Après avoir tenté de faire une synthèse des apports grecs et indiens, de recalculer les *zīj* ou tables astronomiques où sont consignées les différentes positions des principaux corps célestes et de perfectionner les instruments, les Arabes furent les premiers à découvrir la décroissance graduelle de l'obliquité de l'écliptique[156] et à observer les variations de l'apogée du Soleil.

Ainsi, pour les Arabes comme pour les Grecs, l'astronomie fut une branche des mathématiques ayant pour objet d'étudier les mouvements apparents des corps célestes et d'en donner une représentation géométrique à l'aide d'une combinaison complexe de cercles hypothétiques excentriques. L'astronomie arabe, appelée indifféremment *'ilm al-nujūm* (science des astres), *'ilm al-hay'a* (science de l'aspect de l'Univers) ou *'ilm al-falak* (science de la sphère – ou orbe – céleste), s'occupa essentiellement des calculs des positions

et des mouvements des planètes et de leurs applications à la construction des éphémérides et des instruments.

En plus des améliorations – parfois très sensibles – apportées au modèle ptoléméen (remplacement des huit sphères de Ptolémée sur le mouvement diurne des cieux par un ciel unique situé aux confins de l'Univers, nature des corps célestes, étude mathématique plus poussée du mouvement et des dimensions des planètes), l'astronomie arabe développa la trigonométrie sphérique, enrichit l'astronomie descriptive de nouveaux catalogues d'étoiles et accomplit maintes innovations dans les domaines de l'observation et de l'instrumentation. Ces réalisations permirent de corriger plusieurs données ou paramètres datant de l'Antiquité, telles l'obliquité de l'écliptique, la précession des équinoxes ou la longueur du méridien terrestre, et de compiler des tables astronomiques (*zīj*, au pluriel *azwāj*) d'une remarquable précision.

L'astronomie arabe s'appliqua, en outre, à la résolution de certains problèmes pratiques dont la chronométrie ou mesure du temps, l'établissement de calendriers et la détermination, en un lieu donné, de la *qibla* (direction de la Ka'ba, à La Mecque) et des heures précises des cinq prières rituelles quotidiennes. Utilisant la trigonométrie sphérique et des tables donnant la position exacte du Soleil, les Arabes confectionnèrent des cadrans solaires et des horloges d'une rare exactitude, fondant ainsi une science de la mesure astronomique du temps *('ilm al-miqāt)* par le moyen du Soleil et des étoiles.

La contribution probablement la plus importante de l'astronomie arabe reste cependant la mise en place d'un dense réseau d'observatoires dont les plus célèbres sont ceux de Bagdad, Damas, Le Caire, Hamadhān, Ispahan, Tolède, Séville, Marāgha, Samarkand, et plus tard Istanbul, Delhi et Jaipur. Les Arabes s'appliquèrent en outre à améliorer considérablement les instruments existants (cadran, astrolabe, globe céleste et sphère armillaire), qu'ils portèrent à un tel degré de perfection que l'Occident les utilisa jusqu'à l'invention de la lunette d'approche au début du XVIIe siècle. Ils furent également à l'origine d'une bonne partie de la terminologie astronomique moderne.

À côté de l'astronomie, dont le caractère scientifique est affirmé dans toutes les classifications des sciences, on pourrait mentionner l'astrologie. Cette pseudo-science connut une grande vogue au Moyen Âge – les horoscopes étant particulièrement consultés dans les cours des califes et des princes –, malgré la vive opposition des théologiens[157] et de certains philosophes.

ABŪ'L-ABBĀS AHMED IBN MOHAMMED IBN KATHĪR AL-FARGHĀNĪ ET LES FONDEMENTS DE L'ASTRONOMIE

« Après avoir énuméré les étoiles selon leurs divers ordres, nous donnons la mesure de leurs distances à la Terre. [...] Ptolémée nous a seulement fait connaître la distance du Soleil et de la Lune à la Terre. »
Abū'l-Abbās al-Farghānī (vers 800-vers 861)

« L'astronomie est la science fondée sur les évidences exposées dans l'*Almageste* [de Ptolémée] tout comme la géométrie vient des évidences euclidiennes. »
Ikhwān al-Safā' (Xe s/IVe H.)

Astronome et géographe, Abū'l-Abbās Ahmed ibn Mohammed ibn Kathīr al-Farghānī, l'Alfraganus du Moyen Âge latin (né dans le Farghāna, en Transoxiane, vers 800/184 H., mort vers 861/247 H. à Damas), fut l'un des premiers grands astronomes arabo-musulmans.

Al-Farghānī, qui se livrait à Bagdad à des observations astronomiques, calcula avec précision les longitudes terrestres et fut le premier à découvrir que le Soleil et les planètes décrivent des orbites en sens contraire du mouvement diurne (mouvement quotidien apparent de rotation uniforme de la voûte du ciel et des étoiles, dû au mouvement réel de rotation de la Terre autour de l'axe de ses pôles), et que l'obliquité de l'écliptique[158] (dont il rectifia la valeur de 23°51' établie par Ptolémée à 23°33') décroît graduellement.

Al-Farghānī composa des traités élémentaires, mais aussi de vastes traités, plus systématiques et d'importance comparable au célèbre *Almageste* de Claude Ptolémée. Ses ouvrages (perdus pour la plupart) furent traduits plusieurs fois en latin et largement diffusés en Europe.

Son *Kitāb fī'l-harakāt al-samāwiyya wa jawāmi 'ilm al-nujūm*[159] [Livre sur les mouvements célestes et généralités sur la science des astres], l'un des plus importants travaux sur l'astronomie, fut traduit en latin au XIIe siècle par Jean de Séville, puis par Gérard de Crémone. C'est dans cet ouvrage, publié en latin sous le titre *Elementa astronomica* [Éléments d'astronomie], qu'Al-Farghānī, appliquant la théorie selon laquelle il n'y a pas « d'espace perdu » dans l'Univers (l'apogée d'une planète coïncidant avec le périgée de la suivante), calcula les dimensions et les distances des planètes et, pour la première fois, les distances des étoiles. À propos de ces dernières, il écrivit dans ses *Éléments* : « Après avoir énuméré les étoiles selon leurs divers ordres, nous donnons la mesure de leurs distances à la Terre. Dans son livre, Ptolémée nous a seulement fait connaître la distance du Soleil et de la Lune à la Terre ; mais nous n'avons pas trouvé qu'il ait parlé des distances des autres étoiles. » Traitant de la précession des équinoxes (lente rotation de l'axe des pôles de la Terre) dans le même ouvrage, Al-Farghānī part encore de Ptolémée mais modifie sa théorie sur un point fondamental : le mouvement que Ptolémée attribua aux

étoiles fixes devait être considéré comme un mouvement qui entraîne les orbes de tous les astres, fixes comme les étoiles ou errants comme les planètes. Les conceptions et les mesures d'Al-Farghānī figurant dans ses *Éléments* furent universellement admises en Occident jusqu'à Copernic (xvie siècle).

En plus de cet ouvrage qui connut une large diffusion en Occident, probablement en raison de sa concision et de sa clarté, Al-Farghānī écrivit deux livres sur l'astrolabe : *Al-Kāmil fī'l-asturlāb* [Le Complet sur l'astrolabe], traitant de la théorie mathématique sur laquelle se fonde l'instrument, et *Fī san'at al-asturlāb* [Sur la construction de l'astrolabe], dans lequel des améliorations techniques notables furent apportées à cet instrument (on y trouve, en outre, la première démonstration de la propriété fondamentale de la projection stéréographique, à savoir la transformation des cercles en droites ou en d'autres cercles selon qu'ils passent ou qu'ils ne passent pas par le pôle). Al-Farghānī participa activement à la mise au point, vers 830/215 H., des *Zīj Ma'mūni* ou *Zīj al-mumtahan* [Tables vérifiées], écrivit un commentaire critique des *zīj* d'Al-Khwārizmī et un commentaire de l'*Almageste* de Ptolémée et publia, vers 848/233 H., un remarquable catalogue d'étoiles.

Par ailleurs, il fit connaître la *Géographie* de Ptolémée et fut l'un des premiers astronomes dont les écrits servirent de sources d'information sur la géographie mathématique et physique. Il traita également de géographie mathématique et on lui doit, semble-t-il, la première notion de la tangente en trigonométrie. Toutefois, pour le grand mathématicien et astronome Nasīr al-Dīn al-Tūsī (xiiie s./viie H.), la priorité, en ce qui concerne la découverte de la tangente, revient plutôt à Abū'l-Wafā. En effet, ce fut avec sa « figure de l'ombre » (*all-shaki al-zillī*) qu'il introduisit la tangente (*al-zill* ou « ombre » désignant la tangente).

Le prestige dont jouissait Al-Farghānī, au demeurant plus théoricien qu'observateur, fut tel que le calife Al-Mutawakkil l'envoya à Fustāt (le vieux Caire actuel), en 861/247 H., pour y diriger la construction d'un nilomètre. Quant à ses idées, découlant largement de celles de Ptolémée et reposant sur une conception purement mathématique de l'Univers, sans contrepartie physique obligée[160], elles furent acceptées, presque sans modification, jusqu'à la Renaissance.

L'astronomie arabe, confondue au départ avec l'astrologie, se développa rapidement grâce à un remarquable réseau d'observatoires, pour devenir une science majeure dont profitèrent, entre autres, la trigonométrie et la géographie, et même la navigation. À l'origine de cette fulgurante percée se trouvent plusieurs grandes figures.

Māshā' Allāh ibn Atharī

Astronome et astrologue, le Meshala des Latins (mort vers 815/199 H). Avec d'autres astrologues de son temps, Fadl ibn al-Nawbakht et Mohammed ibn

Ibrāhīm al-Fazāri, il tira l'horoscope favorable à la fondation de Bagdad en 762/145 H. On lui attribua plusieurs ouvrages traitant de l'astrologie et un *Kitāb san'at al-asturlābāt wa'l-amal bihā* [Livre sur la construction et l'emploi des astrolabes], l'un des plus anciens traités sur cet instrument.

Habash al-Hāsib al-Marwazī

L'un des plus grands astronomes de son temps (né vers 770/153 H. à Marw, dans le Khurāsān, mort centenaire vers 870/256 H. à Bagdad). Il fit de nombreuses observations astronomiques, participa à Bagdad à l'élaboration des *Zīj Ma'mūni* ou *Zīj al-Mumtahan,* composa lui-même les *Zīj al-dimashqī* [Tables de Damas] et rédigea plusieurs ouvrages traitant des cadrans solaires et des gnomons, mais également de la construction des astrolabes. On rapporte que Habash al-Hāsib maîtrisait les fonctions trigonométriques (sinus, cosinus, tangente[161] et leurs inverses respectifs) et leurs applications en astronomie sphérique (ce qui lui permit de déterminer la direction de La Mecque à partir de tout point du globe).

Abū Ma'shar Ja'far ibn Mohammed al-Balkhī

Célèbre astronome et astrologue, l'Albumasar des Latins (né vers 787/171 H. à Balkh, dans le Khurāsān, mort vers 886/272 H. à Wāsit, en Iraq). En tant qu'astrologue, Abū Ma'shar acquit une grande réputation, tant à son époque qu'ultérieurement, grâce à son œuvre maîtresse traduite en latin au XIIe siècle, le *Kitāb al-madkhal al-kābir alā 'ilm ahkām al-nujūm* [Livre de la grande introduction à la science de l'astrologie], où il exposa la théorie des marées avec quelques observations précises sur le flux et le reflux marins.

Abd al-Rahmān ibn Umar al-Sūfī

Éminent astronome, l'Azophi des Latins (né en 903/291 H. à Rayy, mort en 986/376 H., probablement à Ispahan). Contrairement aux astronomes de son temps qui concentrèrent leurs recherches sur les mouvements planétaires, Al-Sūfī choisit d'étudier les constellations ou groupes d'étoiles. Grâce à des observations minutieuses, il put apporter, pour la première fois, plusieurs rectifications au célèbre catalogue d'étoiles de Ptolémée. Son ouvrage le plus connu, *Kitāb suwar al-kawākib al-thābita* [Livre sur les figures (constellations) des étoiles fixes], est une description détaillée et illustrée des étoiles fixes, avec leur position et leur magnitude ou éclat apparent. La traduction en latin de cet ouvrage contribua à faire connaître l'origine arabe de beaucoup de noms d'étoiles en Occident. Al-Sūfī composa d'autres ouvrages, notamment un manuel d'astronomie et d'astrologie et un traité sur l'usage de l'astrolabe.

ABŪ ABD ALLĀH MOHAMMED IBN JĀBIR IBN SINĀN AL-BATTĀNĪ ET L'ASTRONOMIE SPHÉRIQUE

«Aussitôt après la connaissance des commandements de la religion, c'est par la science des astres que l'homme accède à la preuve de l'unité de Dieu et à la connaissance de la prodigieuse grandeur, de la sublime sagesse, de la puissance et de la perfection de Son œuvre.»

Abū Abd Allāh al-Battānī (vers 858-929)

«Dieu a donné à tout phénomène une cause, à toute cause une raison, à toute raison une détermination.»

Abū Mohammed ibn al-Muqaffa (vers 714-759)

Astronome, mathématicien et géographe, Abū Abd Allāh Mohammed ibn Jābir ibn Sinān al-Battānī, l'Albategnius ou l'Albategni des auteurs latins du Moyen Âge (né vers 858/244 H. près de Harrān, en haute Mésopotamie, mort vers 929/317 H. à Sāmarrā, près de Bagdad), fut sans conteste l'un des plus grands astronomes arabo-musulmans.

L'astronomie connut un grand développement dans le monde arabo-musulman à l'époque d'Al-Battānī. À cet égard, le Coran, en invitant maintes et maintes fois les fidèles à contempler – et à méditer – l'omnipotence de Dieu dans l'organisation de l'Univers, contribua à l'essor de cette science qui, selon l'expression d'Al-Battānī, est «la plus noble, la plus riche et la plus belle». Pour lui : «Aussitôt après la connaissance des commandements de la religion, c'est par la science des astres [l'astronomie] que l'homme accède à la preuve de l'unité de Dieu et à la connaissance de la prodigieuse grandeur, de la sublime sagesse, de la puissance et de la perfection de Son œuvre.»

Sabéen converti à l'islam, Al-Battānī vécut à Al-Raqqa, localité située sur la rive gauche de l'Euphrate, à une centaine de kilomètres au sud de Harrān, où il se consacra, toute sa vie durant, à des observations et des recherches astronomiques de première importance qui permirent de développer considérablement la trigonométrie plane et sphérique. C'est ainsi qu'il rectifia la valeur admise depuis Ptolémée (IIe siècle après J.-C.), voire depuis Ératosthène (IIIe siècle avant J.-C.), de l'obliquité de l'écliptique et qu'il détermina avec précision la précession annuelle totale à l'écliptique ou précession des équinoxes, la durée de l'année solaire ou tropique et celle des saisons, ainsi que l'orbite vraie et moyenne du Soleil.

Par ailleurs, Al-Battānī découvrit l'augmentation de l'apogée du Soleil, mit au point des méthodes originales pour déterminer la latitude d'un lieu, les conditions de visibilité de la nouvelle lune ou pour observer les éclipses solaires et lunaires, et, enfin, il perfectionna nombre d'instruments et de techniques astronomiques.Al-Battānī améliora sensiblement les résultats des observations de ses prédécesseurs, mais, comme Al-Farghānī avant lui, il admettait

encore, à la suite d'Aristote et de Ptolémée, que les sphères célestes étaient au nombre de huit (sept pour la Lune, le Soleil et les planètes, et une pour les étoiles fixes). Ainsi, et à l'instar de ses devanciers, il se bornait à considérer les sphères célestes sous leur aspect mathématique de cercles parfaits représentant le mouvement des corps célestes sans se soucier de définir le concept de sphères célestes.

En astronomie, il écrivit de nombreux ouvrages – perdus pour la plupart – dont certains sont des commentaires, comme le *Sharh al-maqālāt al-arbā lī-Batlamiyūs* [Commentaire du *Tétrabiblon*[162] de Ptolémée], ou portent sur la solution mathématique de quelques problèmes astrologiques, comme le *Kitāb ma' rifat matāli al-burūj fī mā bayn arbā al-falak* [Livre de la connaissance des ascensions des signes zodiacaux entre les quadrants de la sphère céleste]. Son ouvrage capital est l'*Al-Zīj al-sābī* [Tables astronomiques sabéennes], qui fait la synthèse des astronomies grecque et indienne mais contient surtout le résultat de ses observations personnelles, effectuées durant une quarantaine d'années, à l'observatoire d'Al-Raqqa. Ces tables, reprises et enrichies plus tard, serviront à établir d'autres tables célèbres telles que les « Tables hakimites » d'Alī ibn Yūnus (début XIe s./Ve H.), les « Tables tolédanes » d'Abū Ishāq al-Zarqālī (fin XIe s./Ve H.) et les « Tables alphonsines » d'Alphonse X de Castille (XIIIe s./VIIe H.). Cet ouvrage, qui commente, corrige et complète l'*Almageste* de Ptolémée, tout en améliorant sensiblement le catalogue d'étoiles et les calculs sur les mouvements des planètes eut, durant tout le Moyen Âge et même après la Renaissance, une influence considérable sur le développement général de l'astronomie et de la trigonométrie sphérique, tant en Orient qu'en Occident. Les travaux d'Al-Battānī, en particulier ses tables astronomiques, furent plusieurs fois traduits en latin sous le titre *De motu stellarum* ou *De scientia stellarum*, et mis à contribution par les astronomes européens jusqu'au XVIIIe siècle.

La renommée d'Al-Battānī repose essentiellement sur son *Al-Zīj al-sābī,* qu'il composa, comme il l'expliqua lui-même dans son introduction, parce que les erreurs et les discordances qu'il avait relevées dans les autres *zīj* l'avaient conduit à chercher à améliorer la théorie des mouvements célestes en la fondant sur de nouvelles observations. À cette fin, il construisit un cadran solaire, un nouveau type de sphère armillaire, un grand quadrant mural, et fit usage d'une foule d'instruments : gnomon, astrolabes, globe céleste, règles parallactiques et cadrans solaires divers. Il put corriger ainsi nombre d'erreurs d'observation contenues dans l'*Almageste,* notamment en ce qui concerne les mouvements planétaires. Il rectifia d'autres erreurs commises par Ptolémée lorsque celui-ci considéra que l'obliquité de l'écliptique était constante ou que l'apogée du Soleil était fixe, points d'intérêt capital pour l'avenir de l'astronomie de précision. Il fit cependant plus que relever des erreurs : en effectuant des observations poussées, il parvint à des

valeurs remarquablement précises de ces paramètres d'importance fondamentale en astronomie.

Mettant à profit divers instruments et dispositifs d'observation, Al-Battānī établit la valeur de l'obliquité de l'écliptique à 23°35', alors que Ptolémée l'avait fixée à 23°51' (la valeur moyenne actuellement admise étant de 23°27'). En outre, il évalua la précession des équinoxes à 54,05" par an, la valeur admise de nos jours étant de 50,26". Ayant trouvé une valeur plus faible que celle calculée par les Grecs pour l'obliquité de l'écliptique, Al-Battānī en vint à se demander s'il n'y avait pas eu diminution de l'obliquité ou si les observations des Anciens n'étaient pas erronées. Confiant en ses résultats, il opta résolument pour la seconde hypothèse, contrairement à d'autres astronomes, tels Thābit ibn Qurra et plus tard Abū Ishāq al-Zarqālī, qui, s'appuyant sur la précession des équinoxes, conçurent la théorie – au demeurant inadéquate – de la « trépidation des fixes » pour tenter de concilier les observations des Grecs avec celles de leur époque.

Par ailleurs, Al-Battānī effectua des calculs précis pour l'évaluation des distances géocentriques des planètes et, rectifiant les mouvements de la Lune et des planètes, il fit d'excellentes observations d'éclipses solaires et lunaires qui servirent jusqu'après la Renaissance pour déterminer l'accélération séculaire du mouvement de la Lune. En outre, il compléta ou affina certains résultats trouvés par ses prédécesseurs, en approfondissant les recherches sur le cycle lunaire, les éclipses et les parallaxes, en calculant avec précision l'écart entre l'année tropique ou solaire et l'année sidérale.

Al-Battānī invalida surtout la doctrine de Ptolémée relative à l'immobilité de l'apogée solaire en établissant que cet apogée est lié à la précession des équinoxes et qu'en conséquence l'équation du temps (ou différence entre les temps solaires moyen et vrai) est soumise à une lente variation séculaire. Il prouva également contre Ptolémée la variation du diamètre apparent angulaire du Soleil et de la Lune et la possibilité des éclipses annulaires (éclipses partielles du Soleil dans lesquelles les bords du Soleil débordent autour de la Lune, en formant un étroit anneau lumineux). Il établit que le diamètre apparent de la Lune, à son minimum, peut être inférieur à celui du Soleil.

Les remarquables travaux astronomiques d'Al-Battānī furent accompagnés de développements mathématiques importants. Abandonnant les vieilles tables grecques de cordes qui donnaient les valeurs d'un arc ou d'un angle à partir des mesures des côtés d'un triangle et s'inspirant des méthodes indiennes, il développa considérablement la trigonométrie plane et sphérique. Il introduisit ainsi pour la première fois le terme *sinus*[163], bien avant le mathématicien et astronome allemand Johann Müller, surnommé Regiomontanus (1436-1476), à qui il est indûment attribué. Si sa découverte de l'important théorème du sinus liant les angles d'un triangle sphérique reste encore objet de

controverse, car ce théorème fut attribué à plusieurs mathématiciens et astronomes arabo-musulmans, en revanche, sa résolution magistrale de certaines équations trigonométriques et surtout les solutions originales et élégantes qu'il apporta à nombre de problèmes trigonométriques au moyen de la projection orthographique furent reconnues et largement imitées, notamment par Regiomontanus.

Pour l'ensemble de son œuvre, Al-Battānī fut considéré par l'Europe médiévale et la Renaissance comme l'une des principales autorités en matière d'astronomie. Ses travaux sur les mouvements des corps célestes furent d'une telle qualité – tout comme les techniques mathématiques qu'il utilisa pour les obtenir – que des générations de scientifiques s'en inspirèrent et que des astronomes aussi célèbres que Nicolas Copernic, Tycho Brahe et Johann Kepler s'y référèrent des siècles plus tard. Un autre apport remarquable fut qu'il mit intelligemment à profit la trigonométrie et la projection de figures pour résoudre maints problèmes astronomiques, méthodes qui seront largement suivies en Occident.

Al-Battāni fut également un remarquable géographe et, grâce à ses travaux et à ceux d'autres astronomes-géographes tels Al-Khwārizmī et Al-Farghānī, la géographie, jusque-là plutôt littéraire, se développa dans un sens plus scientifique.

Enfin, Al-Battānī eut une vision très nette du progrès continu de la science. Il était persuadé que des observations nouvelles seraient effectuées et viendraient compléter les siennes, comme ce fut le cas de Ptolémée par rapport à Hipparque de Nicée ou son propre cas par rapport à ses devanciers. Son œuvre scientifique fut, à tous égards, considérable, et si l'astronome français Joseph Lalande (1732-1807) a pu le placer parmi les vingt astronomes les plus importants de l'histoire, ce n'est après tout que justice rendue à un homme de science hors du commun.

L'époque d'Al-Battānī compte de nombreux astronomes prestigieux dont :

Abū'l-Hasan Kushiyār ibn Labān al-Jīlī

Astronome et mathématicien (né vers 934/322 H. dans la région de Jilān, au sud de la mer Caspienne., mort au début du XIe s./Ve H., probablement à Bagdad). Il composa plusieurs ouvrages dont deux *zīj* ou tables astronomiques qui marquèrent un net progrès par rapport à celles de ses prédécesseurs, Al-Battānī en particulier. Dans ses tables, Ibn Labān indiqua, en effet, les valeurs de la tangente en plus de celles du sinus et de la cotangente et rechercha, en outre, une plus grande précision dans les calculs. Dans ses *Usūl hisāb al-hind*, traité d'arithmétique sur le « calcul indien », il donna les règles des opérations fondamentales dans le système décimal et dans le système sexagésimal, utiles pour les mesures angulaires.

ABŪ'L-HASAN ALĪ IBN YŪNUS ET L'OBSERVATION ASTRONOMIQUE

« L'observation des astres […] permet de connaître
l'heure des prières et du jeûne […], le moment des éclipses,
la direction de la *Ka'ba* [à La Mecque], le temps des semailles,
de la fécondation des arbres et de la cueillette des fruits ;
elle permet aussi de connaître la direction d'un lieu à partir
d'un autre et de se diriger sans s'égarer. »
Alī ibn Yūnus (Xe s./IVe H.)

« Qui s'assied au fond d'un puits
pour contempler le ciel, le trouvera petit. »
Han Yü (vers 768-824)

Astronome et savant, Abū'l-Hasan Alī ibn Abī Sa'īd Abd al-Rahmān ibn Yūnus al-Sadafī (mort en 1009/399 H. au Caire) fut, sans conteste, l'un des plus grands astronomes arabo-musulmans.

Alī ibn Yūnus vécut en Égypte, où il travailla notamment comme astronome à la cour fātimide du Caire. Il fut d'abord attaché à l'observatoire du *Dar al-Hikma*, puis le calife fātimide Al-Hākim Bi Amr Allāh (985/375 H.-1021/412 H.) lui fit construire un observatoire sur le mont Muqattam, qui domine Le Caire. Là, Alī ibn Yūnus s'adonna à de longs travaux entre 990/380 H. et 1007/398 H., dont les résultats furent consignés dans ses « Tables hakimites », qu'il dédia au calife. Ces tables comprenaient également des travaux en astrologie, car Alī ibn Yūnus était, à son époque, aussi célèbre comme astrologue – pour se conformer au goût du calife régnant et de ses contemporains – que comme astronome. On rapporte que, ayant « vu » sa propre mort une semaine à l'avance, il mit en ordre toutes ses affaires personnelles, puis, s'enfermant chez lui, il effaça l'encre de ses manuscrits et récita le Coran jusqu'à son dernier souffle, survenu précisément au moment prédit.

Auteur de remarquables observations sur le Soleil, la Lune et les planètes, Alī ibn Yūnus fut surtout un grand astronome, que certains ont pu considérer, non sans quelque raison, comme le véritable fondateur de l'école astronomique égyptienne. Dans son principal ouvrage, *Al-Zīj al-kabīr al-hākimī* [Les Grandes Tables astronomiques hakimites], plus connu sous le nom de « Tables hakimites » et amplement étudié jusqu'à une époque récente, Alī ibn Yūnus consigna avec un soin tout particulier un grand nombre d'observations (positions des étoiles et des planètes, conjonctions planétaires, éclipses et autres phénomènes astronomiques) faites par ses prédécesseurs des IXe s./IIIe H. et Xe s./IVe H. ou par lui-même. Sa renommée repose essentiellement sur ce *Zīj*, beaucoup plus vaste que celui d'Al-Battānī et nettement plus précis que tous les *Zīj* précédents. Pour ses observations, en effet, il utilisa une foule d'instruments particulièrement performants, dont un grand astrolabe d'environ 1,50 m de diamètre et une sphère armillaire géante, dotée de neuf

cercles, pesant près de 1 tonne et qui était assez grande « pour qu'un cavalier et sa monture puissent passer au travers ».

En plus de son *Zīj,* dont la contribution à l'astronomie et à la géographie fut remarquable, Alī ibn Yūnus rédigea un autre ouvrage majeur, de portée toutefois plus pratique et qui traitait de la détermination des heures de prière : les tables qu'il dressa furent d'une telle fiabilité que, jusqu'au XIX[e] siècle encore, elles faisaient partie du corpus des tables utilisées au Caire. Par ailleurs, Alī ibn Yūnus détermina avec précision les coordonnées géographiques (latitude et longitude) de tout lieu sur la surface de la Terre.

En outre, Alī ibn Yūnus résolut bon nombre de problèmes d'astronomie sphérique en recourant habilement à la projection orthogonale du globe céleste sur l'horizon et sur le plan méridien. En trigonométrie sphérique, il fut le premier à établir une formule qui, avant la découverte des logarithmes, fut très utile aux astronomes, car elle permettait de transformer en addition la multiplication – particulièrement ardue – des fonctions trigonométriques exprimées en fractions sexagésimales.

Certains historiens des sciences contemporains, George Sarton en particulier, ont pu considérer Alī ībn Yūnus comme le premier véritable astronome arabo-musulman. Quoi qu'il en soit, il convient de noter que ses tables astronomiques furent mises à contribution au XIII[e] siècle pour l'établissement des célèbres « Tables alphonsines » et que, jusqu'au XIX[e] siècle, elles furent étudiées et analysées par les astronomes occidentaux, notamment le Français Jean-Baptiste Delambre (1749-1822) et l'Américain Simon Newcomb (1838-1909), ce dernier ayant été particulièrement frappé par leur utilité quant à l'évaluation de l'accélération séculaire de la Lune. Pour les astronomes orientaux, voire extrême-orientaux, les résultats des observations consignés dans le *Zīj* d'Alī ibn Yūnus devinrent une importante source de connaissances astronomiques et géographiques mises à jour par un astronome hors pair.

La liste des astronomes arabo-musulmans ayant vécu aux XI[e] et XII[e] s./ V[e] et VI[e] H. étant particulièrement longue, il convient cependant de présenter les plus connus :

Abū'l-Qāsim Ahmed ibn al-Saffār

Astronome et mathématicien andalou (mort vers 1035/426 H.), disciple du célèbre astronome et savant Abū'l-Qāsim Maslama Al-Majrītī. Il dressa des tables astronomiques sur le modèle de celles d'Al-Khwārizmī et composa un traité sur l'usage de l'astrolabe que Jean de Séville traduira en latin.

Abū'l-Hasan Alī ibn Abī Rijāl

Astronome et mathématicien, l'Abenragel des Latins (mort à Kairouan vers 1034/425 H.). Il écrivit de nombreux ouvrages, perdus pour la plupart. Il

s'intéressa également à l'astrologie et fut le tuteur et l'astrologue du souverain zīride Al-Mu'izz ibn Bādīs. Son principal ouvrage d'astrologie, *Kitāb al-bāri' fī aḥkām al-nujūm* [Livre éminent sur l'astrologie], traduit notamment en hébreu, puis en latin par Constantin l'Africain, connut une large diffusion en Europe.

Abū' l-Qāsim Asbagh ibn al-Samh

Astronome, mathématicien et médecin andalou (né vers 979/368 H. à Cordoue, mort vers 1035/426 H. à Grenade), disciple également d'Abū'l-Qāsim Maslama al-Majrītī. Il traita notamment des tables astronomiques fondées sur le *Zīj al-Sindhind* d'Al-Khwārizmī, de la construction des instruments (l'astrolabe en particulier), et rédigea un compendium de l'*Almageste* de Ptolémée.

Abū Ishāq Ibrāhim ibn Yahyā al-Zarqālī.

Éminent astronome, l'Azarquiel ou l'Arzachel du Moyen Âge latin (né vers 1029/420 H. à Cordoue, mort vers 1087/480 H.à Tolède). Il construisit des horloges et des instruments astronomiques d'un haut niveau de perfection, mais dut surtout sa renommée à un fameux *Zīj*, connu sous le nom de « Tables tolédanes », établi vers 1080/473 H. Ces tables astronomiques, fondées sur celles d'Al-Khwārizmī et d'Al-Battānī et traduites presque aussitôt en latin par Jean de Séville puis par Gérard de Crémone, eurent une grande influence en Occident jusqu'au XVIe siècle.

Al-Zarqālī élabora un astrolabe universel, la *safīha* (*saphea arzachelis* en latin), utilisable sous toutes les latitudes et dont l'usage se répandit rapidement, et un instrument spécial (l'équatorial) permettant de déterminer la longitude céleste de toute planète. En outre, il construisit à Tolède deux horloges à eau géantes et fort complexes pour déterminer les phases de la Lune et les heures diurnes et nocturnes. On rapporte qu'après la prise de Tolède, en 1133, Alphonse VII de Castille fit démonter ces horloges pour découvrir comment elles fonctionnaient, mais que personne ne fut capable de les remonter. Al-Zarqālī étant déjà mort, leur technique de construction fut perdue à jamais.

Abū'l-Qāsim al-Badī' al-Asturlābī

Astronome et ingénieur (mort vers 1140/534 H. à Bagdad). Il dirigea vers 1130/524 H. les observations astronomiques qui aboutirent aux « Tables mahmūdiennes » dédiées au sultan seldjoukide Abū'l-Qāsim Mahmūd. Il se distingua surtout par la construction d'instruments astronomiques, notamment de l'astrolabe – d'où son surnom –, ce qui lui apporta une fortune considérable.

Abū Mohammed Jābir ibn Aflah al-Ishbilī (« le Sévillan »).
Astronome de Séville, le Geber des Latins du Moyen Âge (à ne pas confondre avec l'autre Geber, l'alchimiste Jābir ibn Hayyān), mort vers 1150/544 H. Dans son ouvrage principal connu sous deux titres différents : *Islāh al-Majistī* [Révision de l'*Almageste*] ou *Kitāb al-haya* [Livre de l'astronomie], traduit en latin et en hébreu, Jābir ibn Aflah critiqua certaines vues de Ptolémée, en ce qui concerne notamment les positions des planètes Mercure et Vénus, qu'il situa pour la première fois au-delà de la sphère du Soleil, et sa théorie du mouvement des planètes, qu'il jugea incompatible avec la théorie du mouvement chez Aristote. Il inventa enfin le *turquet* (le *torquetum* médiéval), un appareil ingénieux qui permet de passer des coordonnées équatoriales aux coordonnées écliptiques, et vice versa.

ABŪ'L-RAYHĀN MOHAMMED IBN AHMED AL-BĪRŪNĪ ET LA SCIENCE ASTRONOMIQUE

« Un homme qui n'est soucieux que d'éviter le mensonge et de respecter la vérité acquiert du prestige même auprès des menteurs. »
Abū'l-Rayhān al-Bīrūnī (vers 973-1050)

« [Al-Bīrūnī] est l'un des plus grands savants de l'Islam médiéval, sans doute le plus original et le plus profond [...]. »
D. J. Boilot[164]

Astronome et savant, Abū'l-Rayhān Mohammed ibn Ahmed al-Bīrūnī, le Maître Aliboron du Moyen Âge latin (né vers 973/362 H. à Kāth, province du Khwārizm, dans l'actuel Ouzbékistan, mort vers 1050/442 H. à Ghaznī ou Ghazna, en Afghanistan), célèbre pour l'universalité de son esprit, fut incontestablement l'une des plus grandes figures intellectuelles de l'époque classique.

D'origine modeste, Al-Bīrūnī vécut sa jeunesse dans une ville-carrefour où il reçut une solide formation auprès d'éminents hommes de science comme le mathématicien Abū Nasr Mansūr ibn Irāq al-Jīlī, élève lui-même du grand mathématicien Abū'l-Wafā al-Būzajānī. Polyglotte – on rapporte qu'il parlait quelques dizaines de langues –, il connaissait, entre autres, l'arabe, le persan, le syriaque, l'hébreu, le grec et apprit plus tard le sanskrit et divers dialectes de l'Inde.

Al-Bīrūnī utilisait en général le persan comme langue parlée ou langue d'expression littéraire, préférant se servir de l'arabe dans ses écrits scientifiques. À ce propos, dans une page célèbre de son traité sur les drogues médicinales *(Kitāb al-saydana fī'l-tibb),* il déclara : « C'est en arabe que, par traduction, les sciences [nous] ont été transmises de toutes parts et qu'elles ont été embellies et se sont glissées dans nos cœurs. »

À vingt-cinq ans, quittant son Khwārizm natal, Al-Bīrūnī alla vivre à la cour de Jurjān, au sud-est de la mer Caspienne, et ce fut là qu'il composa son premier grand ouvrage dédié au sultan ziyāride Abū'l-Hasan Qābūs ibn Washmgīr, le *Kitāb al-athār al-bāqiya an al-qurūn al-khāliya* [Livre des vestiges restants des siècles passés], traduit souvent par Chronologie des anciens peuples, écrit d'une ampleur d'information et d'une rigueur critique rarement atteintes à l'époque. Après l'annexion, vers 1017/408 H., du Khwārizm par le puissant sultan ghaznévide d'origine turque Mahmūd ibn Sebüktegin, le conquérant de l'Asie centrale et du Pendjab, de nombreux prisonniers furent emmenés à Ghaznī, parmi lesquels des érudits, dont Al-Bīrūnī, qui échappa de justesse à la mort comme suspect de tendances qarmates.

Retenu à la cour de Ghaznī, probablement comme astrologue officiel, Al-Bīrūnī accompagna le sultan Mahmūd dans ses multiples expéditions militaires dans le nord-ouest de l'Inde. Il y enseigna les sciences grecques et, après avoir appris le sanskrit et divers dialectes locaux, il amassa une somme considérable d'informations qu'il consigna dans son célèbre *Kitāb fī tahqīq mā li'l-Hind* [Livre-enquête sur ce qui est à l'Inde], un monument encyclopédique qui reste encore de nos jours un ouvrage de référence sur l'Inde.

Surnommé Al-Ustadh (le Maître), Al-Bīrūnī était particulièrement versé en astronomie, en mathématiques, en physique et en minéralogie, mais il se distinguait également comme pharmacologue, médecin, géographe, historien, linguiste, philosophe et astrologue ; ce fut donc le savant accompli, l'encyclopédiste médiéval par excellence, car il s'intéressait à tous les domaines de connaissance et de spéculation intellectuelle de son époque. Sa production scientifique fut prodigieuse : il composa quelque cent quatre-vingts ouvrages allant de brefs traités sur des thèmes précis à des livres spécialisés, voire à des œuvres majeures embrassant de vastes domaines du savoir.

En astronomie, Al-Bīrūnī rédigea d'important ouvrages – parmi les plus importants de l'époque médiévale –, tels le *Kitāb al-tafhīm* [Livre de l'élucidation], qui fut des siècles durant le *vade-mecum,* la référence par excellence dans les domaines de l'astronomie et de l'astrologie, et, surtout, le *Kitāb al-qānūn al-mas'ūdī* [Canon mas'udien], le plus complet du genre, dans lequel se reflétait tout l'intérêt que l'auteur portait à cette science. Ce fut, en effet, la première encyclopédie astronomique qui traitait également de géographie astronomique, de cartographie et de différentes branches des mathématiques, inspirées de diverses sources (grecques, indiennes, arabes, persanes et babyloniennes), mais largement complétées par les observations et mesures astronomiques qu'il effectua à l'aide d'instruments particulièrement perfectionnés. Il dressa une liste de 1 029 étoiles et calcula les latitudes et les longitudes avec ses propres instruments.

Al-Bīrūnī continua l'œuvre de Ptolémée, qu'il commenta et corrigea sur certains points majeurs – il rejeta l'hypothèse de l'immobilité de l'apogée

du Soleil –, en s'appuyant sur des observations astronomiques nouvelles. Allant plus loin que Ptolémée, qui fondait déjà les études astronomiques sur des représentations purement mathématiques. Al-Bīrūnī fut amené, dans un souci de rigueur, à concevoir non seulement la possibilité du mouvement de la Terre autour du Soleil, mais aussi celle d'une révolution elliptique et donc non circulaire des planètes. Toutefois, il n'approfondit pas davantage ses idées, ce qui aurait conduit certainement à une rupture totale avec l'ordre d'un monde médiéval pour lequel seuls les mouvements circulaires uniformes, donc parfaits, étaient concevables dans l'Univers.

Étudiant le mouvement non uniforme, Al-Bīrūnī fut conduit aux concepts de vitesse instantanée et d'accélération, notions éminemment importantes, mais qui passèrent totalement inaperçues à l'époque. Il consacra un ouvrage (non conservé) sur le mouvement de la Terre autour du Soleil pour expliquer le mouvement des astres, mais cette question relevant, selon lui, davantage de la physique que de l'astronomie, il la traita en observant toutes les implications physiques découlant de l'héliocentrisme.

Parmi d'autres résultats remarquables en astronomie, il détermina le rayon et la circonférence de la Terre en utilisant la hauteur d'une montagne et sa relation angulaire à l'horizon, et il trouva des valeurs à peine inférieures de 40 kilomètres et de 250 kilomètres respectivement à celles admises de nos jours à l'équateur, à savoir 6 378 kilomètres et 40 075 kilomètres. En outre, l'une des preuves qu'il avança en faveur de la sphéricité de la Terre était l'ombre circulaire que la Terre projette sur la Lune lors des éclipses lunaires (type d'éclipse qu'il étudia en particulier). Il rédigea des traités sur les instruments astronomiques, sur la sphère armillaire et, enfin, sur l'astrolabe dans son *Kitāb fī isti'āb al-wujūh al-mumkina fī san'at al-asturlāb* [Livre sur l'assimilation des façons possibles de construire l'astrolabe]. Il imagina un astrolabe planisphérique dans lequel les cercles de la sphère sont projetés non sous forme de cercles comme dans la projection stéréographique, mais sous forme de droites, de cercles et d'ellipses ; cet astrolabe, qu'il détermina comme « cylindrique » et qui s'appelle de nos jours « orthographique », eut toutefois une portée plus théorique que pratique.

En mathématiques, une vingtaine d'écrits furent publiés sous son nom, dont certains étaient, en fait, l'œuvre de son maître Abū Nasr Mansūr ibn Irāq, qui avait volontairement procédé de la sorte. Parmi ses ouvrages, on retient un abrégé de géométrie et d'arithmétique. Dans d'autres écrits, Al-Bīrūnī démontra les formules de Héron d'Alexandrie et de Brahmagupta, donnant respectivement les aires du triangle et du quadrilatère inscriptible, s'intéressa à l'étude des séries numériques et, pour construire ses tables de sinus, formula explicitement deux équations cubiques dont il précisa les racines.

Dans le domaine de la physique, Al-Bīrūnī se distingua particulièrement en mécanique en s'occupant aussi bien de la dynamique ou l'étude du mouvement

que de la statique ou des équilibres et de l'hydrostatique. Il détermina expérimentalement et avec une remarquable précision les poids spécifiques de plusieurs substances métalliques (or, fer, plomb, mercure, cuivre, étain…) et minérales (rubis, émeraude, saphir, quartz…) à l'aide d'un « instrument conique » de son invention que certains ont pu considérer comme le plus ancien pycnomètre. Les résultats obtenus par Al-Bīrūnī et son successeur, le physicien et mathématicien Abū'l-Fath al-Khāzinī, sont si proches des données actuelles que l'historien contemporain des sciences Aldo Mieli a pu noter que les mesures effectuées par ces deux savants « constituent un des plus beaux résultats obtenus par les Arabes dans le domaine de la physique expérimentale ». En outre, Al-Bīrūnī étudia la théorie des balances et des équilibres, recherchant le centre de gravité d'un corps et les conditions des différents équilibres. Il alla jusqu'à se servir de la balance pour tenter de démontrer certains résultats mathématiques découlant du *jabr* et de la *muqābala*.

Les sciences naturelles avaient retenu également la curiosité de ce grand savant, comme l'attestent ses écrits sur la géologie et la botanique, ainsi que ses remarquables travaux sur la minéralogie et la pétrographie qui en firent l'un des fondateurs de ces deux disciplines. Il s'intéressa à plusieurs branches de la géologie et même au dessalement de l'eau de mer.

Dans son *Kitāb al-jamāhir fī ma'rifat al-jawāhir* [Livre de la connaissance multiple des pierres précieuses], l'un des plus précis et des plus importants sur la minéralogie au Moyen Âge, Al-Bīrūnī décrivit de nombreuses pierres précieuses du point de vue de leurs qualités esthétiques, de leur valeur et de leurs vertus médicales, voire magiques. Il identifia quelques dizaines de gemmes (diamant, rubis, saphir, émeraude, turquoise, obsidienne, améthyste) et divers minéraux (malachite, azurite, cassitérite, magnétite), et détermina les propriétés physiques et le poids spécifique de certains d'entre eux.

Al-Bīrūnī contribua à donner à la géologie une place déterminante dans le domaine scientifique, grâce à ses observations, descriptions et analyses, à la fois précises et pertinentes, des phénomènes géologiques. C'est ainsi que dans son *Kitāb tahdīd nihāyāt al-amākin* [Livre de la détermination des limites des lieux], ouvrage géographique mais d'un grand intérêt géologique et paléontologique, il écrivit : « De la même manière, la mer est devenue terre, et la terre est devenue mer ; ces changements sont ignorés parce qu'ils se sont produits avant l'existence de l'homme et, lorsqu'ils sont survenus plus tard, on n'en a pas gardé le souvenir, du fait de la lenteur du processus qui se déroule par étapes […] ». En fait, pour lui, la nature qui nous paraît immuable ne cesse de se transformer. En géographie, Al-Bīrūnī effectua des travaux remarquables et originaux qui contribuèrent à l'essor de cette discipline dans ses différentes approches, générale, physique et humaine. L'importance de sa contribution à la géographie – à laquelle il consacra plusieurs ouvrages, dont son *Kitāb tahdīd nihāyāt al-amākin* [Livre de la détermination des limites des lieux] – fut double :

d'une part, il fit une synthèse critique de la totalité des connaissances de son temps et, d'autre part, mettant à profit ses incontestables qualités d'astronome, il calcula les coordonnées géographiques (longitudes et latitudes) de plusieurs lieux et mesura avec précision la valeur d'un degré du méridien terrestre, ce qui constitua une notable avancée en matière de géodésie.

En pharmacologie, Al-Bīrūnī se fit remarquer notamment par son *Kitāb al-saydana fī'l-tibb* [Livre de la pharmacopée en médecine], consacré aux drogues médicinales et à l'analyse de leurs effets.

En philosophie, presque tous les traités rédigés par Al-Bīrūnī furent perdus. On retrouva toutefois la correspondance qu'il échangea avec Ibn Sīnā (Avicenne), âgé alors d'une vingtaine d'années. Dans son approche philosophique des problèmes scientifiques, Al-Bīrūnī penchait nettement en faveur de l'observation et de l'induction, et n'hésitait pas à s'attaquer à Aristote lui-même, écrivant à son propos : « Le problème, c'est que certains font preuve d'extravagance à l'égard des théories d'Aristote, affirmant qu'il n'est pas sujet à l'erreur, même s'ils savent parfaitement que le philosophe formulait ses théories en se basant seulement sur les connaissances en sa possession. »

De nos jours, certains considèrent Al-Bīrūnī comme l'égal d'Aristote pour l'universalité de son esprit. Il corrigea plusieurs tables astronomiques, affina certains calculs trigonométriques[165], développa des vues originales en astronomie, en géographie et en géologie en se fondant sur des observations scrupuleuses, aborda la météorologie, la cartographie, l'arpentage, l'histoire des civilisations, la pharmacologie et bien d'autres sciences et techniques. Il eut par ailleurs l'idée, largement en avance sur son temps, que « le langage humain, imprégné de toutes sortes de valeurs subjectives liées aux diverses mentalités, et souvent porteur de croyances irrationnelles et mythiques, ne répond pas aux exigences de l'expression scientifique. Seul y est approprié le langage mathématique, qui offre une absolue précision, car il est tel que chaque signifiant a un signifié et un seul, et que chaque signifié est désigné par un signifiant et un seul. Ce langage garantit donc une parfaite précision objective[166] ».

Le génie d'Al-Bīrūnī est le fait non seulement d'une science immense et ordonnée, mais aussi d'un respect profond pour l'objet observé et d'un don d'exposition remarquable à travers un style simple et clair qui s'adapte parfaitement au sujet traité. S'il fut un homme d'exception de par son esprit, il le fut également de par sa conduite, pour avoir su garder le respect de soi et donner à l'humanisme toute sa signification.

Al-Bīrūnī était en relation avec plusieurs érudits de son époque, mais il n'eut pratiquement pas de disciples. D'autres savants des XIe s./Ve H. et XIIe s./VIe H. complétèrent ou prolongèrent son œuvre, notamment en mathématiques, en physique et en astronomie :

Abū Nasr Mansūr ibn Alī ibn Irāq al-Jīlī

Mathématicien et astronome qui vécut à la fin du xe s./ive H. et au début du xie s./ve H. Il révisa et compléta la version arabe des *Sphériques* de Ménélaüs et rédigea plusieurs traités qu'il publia, en partie, sous le nom d'Al-Bīrūnī, qu'il eut pourtant comme élève Il composa des traités sur l'astrolabe, corrigea certaines erreurs relevées dans les tables astronomiques antérieures, dont celles d'Al-Khāzin, et établit plusieurs preuves mathématiques. Ses travaux en géométrie et en astronomie furent très appréciés. Al-Bīrūnī lui attribua en particulier une méthode originale de détermination de l'apogée solaire à partir de trois points quelconques de l'écliptique. Selon le mathématicien Nasīr al-Dīn al Tūsī, Mansūr ibn Irāq effectua des travaux en trigonométrie et était l'un des trois auteurs auxquels on attribua la découverte du théorème des sinus pour les triangles sphériques.

Abū'l-Fath Abd al-Rahmān al-Khāzinī

Physicien et astronome d'origine grecque du début du xiie s./vie H. Partant des travaux des Anciens (Archimède, Euclide, Ménélaüs, Pappus…) et surtout de ceux d'Al-Bīrūnī sur les mesures physiques en vue de déterminer les poids spécifiques, il rédigea un important *Kitāb mīzān al-hikma* [Livre de la balance de la sagesse]. Dans cet ouvrage fondamental sur la mécanique et l'hydrostatique, il donna des indications précieuses sur l'utilisation de la balance pour mesurer avec précision le poids spécifique des solides et des liquides et pour déceler des falsifications sur les pierres précieuses. Al-Khāzinī élabora un *Zīj al-sanjarī al-sultānī,* tables astronomiques dédiées au sultan seldjoukide Sanjar Mālikshāh, maître du Khurāsān, puis de la Perse entière. Il composa également une *Risāla fī'l-ālāt* [Épître sur les instruments (astronomiques)].

NOTES

156. Les Grecs, depuis Ératosthène de Cyrène (iiie siècle avant J.-C.), avaient calculé l'obliquité de l'écliptique, trouvé la valeur de 23°51' et considéré cette valeur comme constante.
157. L'astrologie fut bannie, un *hadīth* du Prophète ayant déclaré : « Même lorsque les devins disent la vérité, ils mentent. »
158. Angle, égal en moyenne à 23°27', que fait le plan de l'écliptique avec le plan de l'équateur céleste.
159. Cette œuvre porte plusieurs titres : *Usūl 'ilm al-nujūm* [Fondements de l'astronomie], *Al-Madkhal ilā 'ilm hay'at-aflāk* [L'Introduction à la science de la vie des sphères célestes] ou *Al-Madkhal fī'l-Majistī* [L'Introduction à l'*Almageste*].

160. Une telle conception pourrait, éventuellement, faire abstraction de toute considération liée à la réalité « physique » du monde.
161. Pour certains auteurs, ce fut lui qui introduisit la tangente pour la première fois.
162. Canon de l'astrologie hellénistique que Ptolémée différenciait nettement de l'astronomie.
163. Déformation de la traduction en latin du mot arabe *jayb,* qui signifie « pli [d'un vêtement] ».
164. Dans *Encyclopédie de l'Islam*, Leyde, Paris/ Brill, 1975.
165. Il calcula, par interpolation quadratique, le sinus d'un demi-degré avec huit décimales et détermina la *qibla* (ou direction de La Mecque) dans différents lieux de la Terre.
166. Roger Arnaldez, « Al-Bīrūnī », *Encyclopaedia Universalis*, Paris, A. Michel, 1997.

فى الحجاب ولتكن مقام هذا الصناج عن يسار الطبالين
ثم يعمل عن يمينهما شخصان بواقان كل منهما بيده بوق طرفه
فى فيه وهذا ما يحتاج الى عمله فى ظاهر الحجاب وهذه صورة
باز واحد وقنديل واحد وشخص واحد يغنى عن صور
الكل فليفهم جليا والبواقى لا حاجة الى صورتها اذ ليس له
حركة وصوت البوق يخرج من جهة اخرى

الفصل السابع فى كيفية عمل الوسايط المحركة لجميع ما ذكرناه

فى الابواب الاولى والثانية
والهلال على الافريز دون الابواب
الثانية والبازيان وجامات
الليل فقط لمن اراد ان يقتصر
على ذلك يتخذ للبيت باب
يدخل منه ويعمل فى وسط البيت
بركه من نحاس ليجتمع اليها
ما يخرج من الخابية واكثر من ذلك ثم تنصب الة

Chapitre 6

LES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

L'histoire des sciences expérimentales et des techniques arabes se caractérise par une alternance de brefs moments d'intense activité créatrice et de longues périodes d'élaboration, voire de stagnation.

Dans le domaine de la physique, appelée « science des choses naturelles », les Arabes réalisèrent des progrès considérables en optique géométrique, mais aussi en mécanique, en parvenant à élucider les notions essentielles de la science du mouvement – celles de temps, d'espace et de force – et en contribuant ainsi à la refonte de tout l'édifice de la physique.

En alchimie, ils réussirent à définir les règles de l'art : soumettre toutes les substances à des réactions chimiques et ramener tous les phénomènes naturels à des lois de quantité et de mesure. Le mot alchimie, qui donna le terme chimie, vient de l'arabe *al-kimiyā*, qui serait emprunté au grec *khêmia* (magie noire), lui-même dérivé de l'égyptien *kêm* (noir). Art pratiqué, comme l'astrologie, dès l'Antiquité – pour certains chez les Babyloniens, les Égyptiens, voire les Chinois et les Grecs, pour d'autres dans le seul milieu sacerdotal de l'ancienne Égypte –, l'alchimie ne fut cependant considérée comme une science et une philosophie de la Nature qu'à partir du IIIe siècle après J.-C., époque où furent découverts des papyrus dans une tombe de Thèbes et où apparurent, dans les milieux néoplatoniciens d'Alexandrie, les premiers écrits attribués à des personnages bibliques, mythologiques, historiques ou appartenant à la période arabe classique.

L'alchimie ne connut son âge d'or que précisément à cette période, notamment chez les Byzantins, les Arabes et, plus tard, les Occidentaux. Dénommée alors l'*Ars Magna* (le Grand Art), la « science suprême », car

étudiant les trois règnes de la nature (minéral, végétal, animal), elle avait pour buts de transmuer les métaux vils en or grâce à la pierre philosophale, d'accéder à l'éternité grâce à l'élixir de longue vie et d'acquérir la sagesse grâce à la quintessence. Devenue science occulte par la fusion des techniques chimiques gardées secrètes et des spéculations mystiques, l'alchimie s'employait à établir des correspondances entre le monde matériel et le monde spirituel à travers la recherche, d'inspiration largement ésotérique, d'une substance universelle capable d'opérer une transmutation de l'être comme de la matière.

Considérée dans sa signification essentielle, l'alchimie se présente en réalité comme une science spirituelle qui s'attache à l'interprétation mystique et allégorique du développement spirituel de l'homme et donc au destin de l'âme. Toutefois, pour transformer l'âme, elle fait appel à une certaine compréhension de la constitution de la matière en s'appuyant sur la préparation artisanale des métaux et sur un symbolisme minéral (les minéraux et les métaux sont censés participer aux opérations comme corps matériels et symboles). L'impossible transmutation chimique des métaux en or a clairement montré que le monde de l'âme n'est pas régi par les strictes lois physiques qui gouvernent la matière et que, en conséquence, l'alchimie est un art chimérique, une science vaine, dont les fondements furent dénoncés dès le Moyen Âge par de nombreux grands penseurs comme Al-Kindī (IXe s./IIIe H.), Ibn Sīnā (XIe s./Ve H.) et Ibn Khaldūn (XIVe s./VIIIe H.). Les écrits alchimiques arabes, dont l'importance fut considérable, furent traduits par les érudits occidentaux aux XIIe et XIIIe siècles, tels le Français Vincent de Beauvais, l'Allemand Albert le Grand, l'Anglais Roger Bacon et les Espagnols Raymond Lulle et Arnaud de Villeneuve.

En dépouillant en partie l'alchimie de la magie et d'autres considérations par trop occultes, les alchimistes arabes préparèrent le terrain à l'émergence de la chimie moderne ; ils effectuèrent des mesures précises de poids spécifiques, perfectionnèrent la balance tout en systématisant son usage et, enfin, mirent au point divers appareils, dont l'alambic. La transmutation des métaux et l'isolation des substances actives les incitèrent à entreprendre des essais méthodiques en vue d'analyser ces substances, de les définir et de les différencier en recourant précisément, et pour la première fois, à l'expérience chimique.

La chimie – étroitement liée à l'alchimie (le même vocable *al-kimiya* les désigne en arabe) – reçut un statut scientifique des Arabes dès le IXe s./IIIe H., avec le niveau théorique atteint et le degré de perfection des appareils utilisés. Les chimistes arabes réussirent ainsi à maîtriser la distillation, celle de l'alcool en particulier, et à développer considérablement la parfumerie, tandis que leurs nombreuses autres expérimentations profitèrent largement à la pharmacopée, aux industries du verre, de la céramique, des textiles (teintures), à la métallurgie et à l'agriculture.

Les sciences naturelles recouvrent la géologie, la pharmacopée, la chimie, la physique, la zoologie et la botanique, et, bien que dominées par la conception

antique des quatre éléments (eau, air, feu et terre), elles ont largement bénéficié de l'apport des savants arabes. Parmi les ouvrages connus dans ce domaine, on peut citer le *Kitāb al-ḥayawān* [Livre des animaux] du célèbre prosateur Abū Uthmān Amr ibn Bahr al-Jāhiz (mort vers 868/255 H.), où des descriptions d'histoire naturelle côtoient des digressions sur tous les sujets, les *Épîtres* des Frères de la Pureté, dans lesquelles une grande importance est accordée à la zoologie, à la géologie et surtout à la botanique (morphologie, structure et croissance des plantes), et le *Grand Livre sur la vie des animaux,* vaste compendium du savoir zoologique, du savant Kamāl al-Dīn al-Fārisī (mort vers 1320/719 H.).

En sciences et techniques, mettant largement à profit les connaissances, découvertes et expériences scientifiques, les ingénieurs et les techniciens arabes – parfois de véritables savants eux-mêmes – apportèrent des innovations majeures dans des domaines aussi variés que la technologie mécanique, le génie civil et militaire, la chimie appliquée, l'industrie, l'agriculture et l'alimentation, l'exploitation minière, la métallurgie, la navigation.

En technologie mécanique, les Arabes construisirent des machines élévatoires d'eau – parfois d'immenses roues hydrauliques ou norias –, des pressoirs à huile ou à canne à sucre, mais surtout, perfectionnant les dispositifs mis au point par les mécaniciens grecs tels Ctesibius[167], Philon de Byzance ou Héron d'Alexandrie, ils se distinguèrent notamment dans le domaine des automates artificiels et des horloges astronomiques. En matière de techniques d'irrigation et d'adduction d'eau, les Arabes, vivant dans des régions généralement arides, durent déployer une imagination et une habileté rares en mettant très tôt en place un système ingénieux de dispositifs et d'installations hydrauliques : roues à godets *(sāqiya),* pompes, élévateurs d'eau, rigoles, réseaux de conduits et de canaux (dont certains, appelés *qanāts,* sont souterrains), barrages. Parmi les mécaniciens arabes très connus au IXe s./IIIe H. méritent d'être cités les trois frères Banū Mūsā ibn Shākir (avec plus d'une centaine d'inventions techniques diverses), et, au XIIe s./VIe H., l'ingénieur et astronome Abū'l-Qāsim al-Badī'al-Asturlābī (mort vers 1140/535 H.), célèbre pour ses automates conçus pour les souverains seldjoukides et la construction de l'astrolabe. Au XIIIe s./VIIe H., Ismā'il ibn al-Razzāz al-Jazzarī fut l'inventeur de nombreux dispositifs ingénieux : horloges à eau spéciales, machines de pompage pour alimenter des fontaines, automates séquentiels grâce à l'arbre à cames, système bielle-manivelle permettant de transformer un mouvement de va-et-vient en mouvement de rotation, et inversement

Par ailleurs, ayant reçu des Chinois la technique de fabrication du papier de lin ou de chanvre, les Arabes développèrent, notamment à Bagdad et à Samarkand, d'importantes manufactures de papier, à l'origine d'une véritable révolution culturelle favorisant la production de livres à une échelle sans précédent et mettant les divers domaines du savoir à la portée de tous.

D'autres techniques, telles que l'agriculture et l'horticulture, bénéficièrent également de l'apport des savants et ingénieurs arabes : différentes cultures (céréalières, maraîchères, fruitières, industrielles, ornementales) furent maîtrisées et largement répandues pendant que diverses préparations de colorants, de teintures ou de tanins à base végétale étaient mises au point. En outre, les Arabes introduisirent en Europe, à travers l'Espagne, de nombreuses plantes : dattier, canne à sucre, riz, coton, oranger, abricotier, citronnier, pastèque, bananier, manguier, jasmin, poivre, etc.

Grâce à la prééminence de leurs sciences – notamment en astronomie et en cartographie –, les Arabes purent dominer, des siècles durant, l'art de la navigation. C'est ainsi que, mettant à profit divers instruments tels que l'astrolabe (qu'ils portèrent à un haut degré de perfection) et la boussole (qu'ils empruntèrent aux Chinois au XIe siècle), mais également des portulans, des catalogues d'astres et les nouvelles observations astronomiques (en particulier les Nuages de Magellan, ces fameuses nébuleuses de l'hémisphère austral), ils parvinrent, en perfectionnant en outre la voilure, à développer considérablement au Moyen Âge la navigation en haute mer et au long cours.

ABŪ ABD ALLĀH JĀBIR IBN HAYYĀN ET LA SCIENCE ALCHIMIQUE

«Qui donc parvient à manipuler les [quatre] éléments
dans les trois règnes parvient par là même à la connaissance de
toute chose et comprend la science de la création et l'art de la nature.
Ne te laisse point embarrasser par le doute…»
Jābir ibn Hayyān (vers 721-815)

«Tout savoir qui ne comporte pas ce degré de certitude
[où le doute n'est plus permis] est un savoir incomplet, passible d'erreur.»
Abū Hāmid al-Ghazālī (1058-1111)

Alchimiste, philosophe et médecin, Abū Abd Allāh Jābir ibn Hayyān al-Kūfī al-Sūfī, plus connu sous le nom de Jābir ibn Hayyān et sous celui de Geber par les auteurs latins du Moyen Âge (né vers 721/103 H. à Tūs, dans le Khurāsān, mort vers 815/200 H. à Kūfa[168], en Iraq), fut le fondateur de l'alchimie arabe et l'une des figures les plus éminentes de la science médiévale.

La vie de ce grand savant et penseur fervent (d'où son surnom d'Al-Sūfī, «le Mystique»), considéré par certains comme «l'Hippocrate de la chimie» et par d'autres comme «le Maître des alchimistes du Moyen Âge», est pourtant mal connue. D'origine incertaine – il serait issu d'une famille du sud de l'Arabie résidant à Al-Kūfa ou de la communauté des sabéens de Harrān[169], au nord de la Mésopotamie –, il aurait vécu, comme alchimiste, à la cour du calife abbasside Hārūn al-Rashīd et aurait été un disciple et un ami personnel du grand érudit et mystique Ja'far al-Sādiq (vers 699/80 H.-

765/148 H.), que les chiites considèrent comme étant leur sixième imam de la lignée d'Alī ibn Abī Tālib.

Ses travaux originaux permirent à l'alchimie de se dégager de la magie et des pratiques occultes et exercèrent une grande influence sur les naturalistes de l'Occident médiéval (tels Albert le Grand, Roger Bacon et Raymond Lulle) et sur les théories chimiques jusqu'au XVIII[e] siècle.

Même s'il donna parfois une interprétation symbolique et ésotérique de la nature – il fut le premier alchimiste à s'intéresser à la purification de l'âme –, Jābir ibn Hayyān fut néanmoins un homme pratique qui préférait manifestement le travail de laboratoire aux spéculations de nature hermétiste adoptées par ses prédécesseurs, qui, dans le souci de cacher leurs expériences aux profanes, se servaient d'une terminologie gnostico-mystique accessible aux seuls initiés : son alchimie fut donc une science expérimentale, bien que fondée sur une théorie philosophique s'inspirant largement de la physique d'Aristote.

On lui attribue un corpus immense – plus d'un millier d'ouvrages selon le libraire et biobibliographe Abū'l-Faraj Mohammed ibn al-Nadīm (vers 936/324 H.-995/385 H.), auteur du célèbre *Kitāb al-fihrist* [Index], catalogue méthodique de tous les écrits en arabe avant 990/380 H. –, probablement apocryphe en grande partie ou composé par ses disciples et toute une école d'alchimistes chiites ismā'īliens.

L'œuvre jābirienne comporte une partie technique et pratique où figurent des indications claires sur la préparation de certains produits (acides sulfurique et nitrique, vernis, antirouille), ainsi que la mise au point et la description précise de nombreuses opérations chimiques (distillation, calcination, évaporation, cristallisation, dissolution, filtration, sublimation, réduction), et divers procédés pour fabriquer l'acier et le verre, raffiner les métaux, teindre les textiles et le cuir, obtenir l'acide acétique concentré par distillation du vinaigre, etc.

Le corpus attribué à Jābir ibn Hayyān est divisé en plusieurs collections. Les *CXII (cent douze) Livres* comportent des essais sur la pratique alchimique avec références fréquentes aux grands maîtres de l'alchimie antique (Hermès Trismégiste, Zosime de Panopolis, Marie la Juive, Démocrite Bolos, Agathodaimôn). Les *LXX (soixante-dix) Livres* comprennent un exposé systématique de la théorie alchimique jābirienne, dont une grande partie fut traduite en latin. Les *CXLIV (cent quarante-quatre) Livres* ou *Kutub al-mawāzīn* [Livres des balances] présentent un exposé des bases théoriques et surtout philosophiques de l'alchimie et des autres sciences occultes (astrologie, divination, magie), où est développée la célèbre théorie sous-tendant l'ensemble de l'alchimie jābirienne et où l'auteur définit les règles de l'art : réduire tous les phénomènes de la nature à des lois de quantité et de mesure. Enfin, les *D (cinq cents) Livres* consistent en traités isolés approfondissant certaines questions des *Kutub al-mawāzīn*.

À côté de ces quatre collections majeures, d'autres collections mineures traitent de l'alchimie dans ses relations avec les œuvres d'Aristote, de Platon et de leurs commentateurs, puis présentent divers traités sur la philosophie (ou l'on trouve la doctrine des qualités spécifiques des choses ou *khawās*), la logique, l'astronomie, l'histoire naturelle (botanique, zoologie, géologie, minéralogie, géographie, anthropologie, cosmographie, cosmologie…), l'astrologie, les mathématiques, la médecine, la biologie (avec la génération artificielle des êtres vivants ou *takwīn*), la musique, la magie, des écrits religieux et mythologiques (où l'on trouve un amalgame de certains aspects ésotériques de l'islam avec le pythagorisme, l'hermétisme et d'autres éléments extrême-orientaux comme la métempsycose), et, surtout, le premier traité de chimie, *Summa perfectionis* [Somme de perfection], où sont décrits, avec une remarquable précision pour l'époque, l'or, l'argent, le plomb, le soufre, le mercure et de nombreux autres corps.

Cette production, qui dépasse les limites de la science alchimique et touche à l'histoire des sciences arabes en général, n'est manifestement pas l'œuvre d'un seul homme, comme l'attestent des études récentes et critiques sur le corpus jābirien.

Dans son traité *Kutub al-mawāzīn* [Livres des balances], Jābir ibn Hayyān exposa sa théorie alchimique, qui, s'inspirant de la doctrine de la matière d'Aristote dans *De la génération et de la corruption*, peut se résumer ainsi : à partir de la « matière première » revêtue d'une « forme » naissent les quatre éléments, le feu et l'eau, la terre et l'air. Outre cette forme substantielle, il existe quatre « propriétés naturelles » ou « qualités élémentaires » ou « natures » : le chaud et le froid, le sec et l'humide, qui qualifient les quatre éléments. C'est ainsi que « le feu est chaud et sec, l'air chaud et humide, l'eau froide et humide, et la terre froide et sèche ». Jābir ibn Hayyān développa cette doctrine, mais dans une perspective différente : « C'est à l'aide de ces éléments que Dieu a créé le monde supérieur et le monde inférieur. Quand il y a équilibre entre leurs natures, les choses subsistent en dépit du temps. »

Les éléments peuvent se transformer les uns en les autres, selon un ordre donné : terre ⟷ feu ; feu ⟷ air ; air ⟷ eau ; eau ⟷ terre, mais jamais entre feu et eau ou entre terre et air. Les métaux, en particulier, ont quatre natures : deux internes et deux externes. Par exemple, l'or est froid et sec intérieurement mais chaud et humide extérieurement, alors que pour le plomb, c'est exactement le contraire. Les sources de ces natures sont le soufre (pour le chaud et le sec) et le mercure (pour le froid et l'humide), substances hypothétiques dont le soufre et le mercure ordinaires ne sont que des formes rapprochées. Cette théorie alchimique, qui précise en outre que les métaux sont constitués au sein de la Terre par l'union du soufre et du mercure et sous l'influence des planètes, sera couramment admise jusqu'à l'avènement de la théorie du phlogistique[170] au XVIIe siècle.

Selon Jābir ibn Hayyān, les élixirs pouvaient être obtenus non seulement à partir de substances minérales comme dans l'alchimie grecque, mais également à partir de substances végétales (olives, jasmin, oignon, poivre, moutarde) et même animales (moelle, sang, poils, os, urine), les variétés d'élixirs résultant de la possibilité de combiner les substances des trois règnes (minéral, végétal et animal). Leur préparation était basée sur des opérations complexes de distillation fractionnée grâce auxquelles les quatre éléments et leurs quatre qualités élémentaires ou natures pouvaient agir sur le métal de base : alors, après avoir réduit le métal à sa substance première, l'élixir devait opérer, à un instant pouvant être déterminé astrologiquement[171], sa transmutation en or. Jābir ibn Hayyān précisait : « Qui donc parvient à manipuler les éléments dans les trois règnes parvient par là même à la connaissance de toute chose et comprend la science de la création et l'art de la nature. Ne te laisse point embarrasser par le doute, car la nature de tout élixir dérive des éléments et est constituée par eux. » Selon lui, à côté des divers élixirs permettant d'obtenir des transformations spécifiques, il existe un élixir majeur capable d'effectuer *toutes* les transformations, et en particulier la transmutation des métaux vils en or, c'est-à-dire l'harmonisation de leurs aspects cachés et manifestés pour atteindre la proportion parfaite de l'or. À défaut d'obtenir cet élixir majeur, il donna des indications très précises pour la préparation d'autres produits.

Dans son ouvrage *Kitāb al-khawās* [Livre des propriétés], Jābir ibn Hayyān divise les minéraux en trois groupes :

- les *esprits,* au nombre de cinq, qui sont des substances qui se volatilisent quand on les chauffe : soufre, arsenic ou réalgar, mercure, camphre, sel ammoniac ou chlorure d'ammonium ;
- les *métaux,* au nombre de sept, qui sont des substances fusibles, malléables, sonores, douées d'un certain éclat : or, argent, plomb, étain, cuivre, fer et un métal introuvable appelé *khārsīnī* ou « fer de Chine » ;
- les *corps,* ou substances minérales non malléables, fusibles ou non, mais qui peuvent être pulvérisées ou réduites en poudre et qui, plus complexes que les précédentes, se subdivisent en plusieurs familles selon qu'elles contiennent assez d'« esprit » (malachite, turquoise, mica…), peu d'« esprit » (perles, coquillages…) ou pas d'« esprit » (poussières, onyx, vitriols ou sulfates…).

Dans d'autres écrits, Jābir ibn Hayyān indiqua divers procédés pour fabriquer l'acier, raffiner les autres métaux, préparer des vernis rendant imperméables les habits, mordancer les tissus avec de l'alun, fabriquer à base de marcassite une encre phosphorescente remplaçant celle, onéreuse, qu'on obtenait avec de l'or. En outre, il mentionna le bioxyde de manganèse dans la fabrication du verre, observa les propriétés de l'alcool et décrivit minutieusement la préparation de l'acide sulfurique et de l'acide nitrique. Toutefois, Jābir ibn Hayyān fut avant tout un alchimiste et, au lieu de s'adonner à des essais empiriques, il choisit

d'élaborer une théorie, celle de l'équilibre ou de la « balance » *(mizān)* visant à établir un équilibre des « natures » en recourant à la fabrication d'élixirs pour instaurer la juste proportion de ces natures. Cette « science de la balance » sur laquelle repose fondamentalement sa théorie alchimique et qui « a représenté au Moyen Âge la tentative la plus rigoureuse pour fonder un système quantitatif de sciences naturelles[172] », tend à embrasser tous les aspects de la connaissance humaine et se propose de découvrir dans chaque corps le rapport existant entre le manifesté ou l'exotérique *(zāhir)* et le caché ou l'ésotérique *(bātin).* Dès lors, l'opération alchimique se présente chez lui comme une forme éminente d'exégèse spirituelle *(ta'wīl)* qui revient, en occultant l'apparent et en manifestant le caché, à une transmutation de l'âme, condition de la transmutation des corps. Jābir ibn Hayyān ouvrit ainsi la voie à toute une tradition alchimique.

Ainsi, le principe fondamental de la science de Jābir ibn Hayyān est celui de *mizān* ou balance, terme qui dénote l'esprit syncrétiste qui a engendré cette science et qui revêt plusieurs connotations :

- le poids spécifique (en se référant à Archimède) ;
- la mesure dans un mélange de substances (en se référant aux alchimistes antiques, Zosime de Panopolis en particulier) ;
- une spéculation sur les vingt-huit lettres de l'alphabet arabe en rapport avec les quatre qualités élémentaires ou natures ;
- le principe métaphysique par excellence, symbole du monisme scientifique jābirien (opposé au principe dualiste des manichéens[173]) ;
- une dérivation de l'explication allégorique du Coran sur la balance du Jugement dernier (cette spéculation se retrouve également dans la gnose musulmane, et c'est par elle que Jābir ibn Hayyān relie son système scientifique à sa doctrine religieuse).

Même si, dans sa classification des minéraux, Jābir ibn Hayyān prenait largement en compte les substances qui possédaient des caractéristiques liées à leur apparence physique, la clef des phénomènes était toutefois à rechercher à la lumière de la balance des qualités et de l'harmonie qui règne entre les aspects intérieurs et extérieurs des substances ; cela le conduisit à utiliser, comme tous les autres alchimistes, un langage qui s'appliquait à la fois au domaine physique et au domaine psychique.

Ce savant croyait en outre aux rapports numérologiques entre les métaux (chaque substance possédant une puissance exprimable en nombre et déterminant son rapport avec l'élixir) : lorsqu'elle était appliquée aux métaux, chacune des quatre qualités devait être divisée en quatre degrés, et chaque degré en sept parties, soit un total de vingt-huit, nombre égal à celui des lettres de l'alphabet arabe. Ces qualités s'exprimaient, elles-mêmes, par la série 1, 3, 5, 8 (dont le total donne le nombre 17, clef de la compréhension du système du monde) faisant partie d'un carré magique dont les composants numériques

étaient reliés à la gamme des notes musicales de Pythagore et aux proportions architecturales babyloniennes.

Ainsi, le schéma de Jābir ibn Hayyān visait à ordonner la multitude des substances présentes dans la Nature, en cherchant à établir des correspondances entre les mondes naturel et surnaturel par le biais de l'alchimie antique et d'autres éléments dérivés notamment du mysticisme pythagoricien et de l'allégorie moyen-orientale, et ce, en vue de mettre à contribution les forces surnaturelles pour transcender le cosmos.

Toutefois, Jābir ibn Hayyān représentait une alchimie plus systématique et plus quantitative que celle de ses prédécesseurs, et il avait en outre une philosophie plus globale de la Nature, fondée sur le concept de microcosme-macrocosme et sur une croyance profonde en l'interaction des forces terrestres et cosmiques. Le règne minéral avait une signification particulière dans sa représentation des choses : pour lui, les propriétés des métaux s'expliquaient par leurs teneurs différentes en soufre et en mercure, et il considérait les métaux vils comme malades, d'où la nécessité de leur administrer un élixir pour les régénérer et les revigorer.

Certains déviations et aberrations mises de côté, l'apport purement scientifique de Jābir ibn Hayyān fut considérable. Il substitua aux procédés simples de fusion des métaux utilisés jusque-là un procédé de dissolution dans l'acide nitrique, l'acide sulfurique, l'acide chlorhydrique et l'eau régale (mélange concentré à base d'acide chlorhydrique et d'acide nitrique permettant d'attaquer les métaux et de les dissoudre). C'est ainsi qu'il put effectuer de multiples combinaisons, fabriquer, entre autres produits, de l'oxyde de mercure, du cinabre (sulfure de mercure, de couleur rouge), de l'arsenic, de l'antimoine, du chlorure d'ammonium, du nitrate d'argent, de l'alun ou sulfate double d'aluminium et de potassium, du sulfate de cuivre, de la potasse et de la soude. En outre, il fit la distinction entre les acides et les bases, constata l'augmentation de poids des métaux par oxydation et sulfuration et fut l'un des premiers à remarquer que le feu s'éteignait en l'absence d'air.

Jābir ibn Hayyān et son école eurent une influence décisive sur l'alchimie. En recherchant la pierre philosophale et en particulier le moyen de changer les métaux en or, ils découvrirent plusieurs produits (alcool, acides, sels…) et mirent au point divers procédés et méthodes opératoires, développant ainsi l'alchimie, qui donna naissance plus tard à la chimie. Leur renommée dans l'histoire est fondée sur le fameux corpus hermético-alchimique attribué à Jābir ibn Hayyān et dont la compilation s'est probablement achevée vers la fin du IXe siècle. Les textes les plus connus de ce corpus furent traduits en latin dès le XIIe siècle : *Turba philosophorum*[174], *Tabula smaragdina*, *Summa perfectionis* et *Tabula chemica,* qui, ajoutés à d'autres écrits alchimiques, influencèrent profondément les alchimistes et les savants occidentaux jusqu'au XVIIe siècle. Une telle filiation explique le nombre considérable de mots d'origine arabe

qui émaillent le vocabulaire alchimique, et plus tard chimique, dans toutes les langues européennes.

Certains grands esprits arabo-musulmans s'intéressèrent à l'alchimie, tels le médecin et philosophe Abū Bakr Mohammed al-Rāzī ou le savant et philosophe Abū Nasr al-Fārābī, mais d'autres la réfutèrent, probablement pour son côté jugé irrationnel, tels le savant et astronome Abū'l-Rayhān ibn al-Bīrūnī, le médecin et philosophe Abū Alī ibn Sīnā et l'historien et érudit Abū Zayd ibn Khaldūn.

L'alchimie occidentale, à la suite de l'alchimie arabe, emprunta deux voies distinctes : d'un côté, ceux qui en faisaient un art sacré, une ascèse visant au perfectionnement spirituel, et, de l'autre, ceux qui cherchaient à appliquer dans leurs laboratoires les principes puisés dans les textes alchimiques.

Au Moyen Âge, aucune méthode rationnelle ne s'offrant pour comprendre le mécanisme des réactions chimiques autrement que par une approche empirique, les savants qui voulurent apporter une interprétation n'eurent d'autre recours que la « pensée magique », ce qui poussa certains grands esprits de l'époque – Albert le Grand, Roger Bacon, Raymond Lulle, Arnaud de Villeneuve, Nicolas Flamel et plus tard Paracelse, ainsi que Johann Kepler et Isaac Newton –, à écrire sur l'alchimie, voire à la pratiquer. Néanmoins, à l'aube des temps modernes, l'alchimie aida notablement à la connaissance de nombreux métaux et sels, de quelques acides forts, de la potasse, de l'ammoniac, tous ces produits étant destinés à des utilisations pratiques précises. En outre, les multiples expérimentations alchimiques visant à obtenir une transformation des métaux conduisirent à un développement remarquable de la métallurgie, notamment celle du fer (la fonte ou carbure de fer, connue des Chinois depuis des siècles, ne fut obtenue en Occident qu'à la fin du XIIIe siècle). Pour conclure, nous pouvons dire que l'on doit à la science et à la pratique alchimiques un élargissement des connaissances[175], la découverte des propriétés de nombreux produits, la diversification des techniques de trempe des métaux, la mise au point des méthodes efficaces de pesée et de chauffage, l'invention ou le perfectionnement de récipients de verre ou de terre cuite aux formes adéquates pour des utilisations pratiques et variées : toutes ces acquisitions et toute cette méthodologie, fortement empreintes du génie de Jābir ibn Hayyān, serviront utilement les futurs chimistes.

De nombreux alchimistes arabo-musulmans apportèrent également une contribution considérable au développement scientifique et technique dans divers domaines dont :

Abū Bakr Ahmed ibn Wahshiyya

Un des plus grands alchimistes (Xe s./IVe H.). Il se distingua foncièrement de Jābir ibn Hayyān. Ses écrits, qui remirent en honneur l'allégorisme hermétique

d'inspiration antique (représenté par Zosime), figurent en bonne place dans la tradition hermétiste du monde arabo-musulman. On lui attribua, probablement à tort, le fameux *Kitāb al-filāha al-nabatiyya* [Livre de l'agriculture nabatéenne], qui est également un important ouvrage de botanique.

Abū'l-Qāsim Maslama al-Majrītī (le « Madrilène »)

Savant et alchimiste andalou (mort vers 1007/398 H. à Cordoue). Il fit des travaux en mathématiques et en astronomie, mais ses œuvres les plus importantes portèrent sur l'alchimie : ses écrits dans ce domaine figurent parmi les grands textes alchimiques. On lui attribua le fameux ouvrage hermétiste *Ghāyat al-hakīm* [La Finalité du sage], traduit plus tard en latin sous le titre *Picatrix*. Il tenta de rejoindre l'alchimie de Jābir ibn Hayyān et celle d'Abū Bakr al-Rāzī. En astronomie, il composa un ouvrage traitant de la construction et de l'emploi de l'astrolabe et effectua des observations qui lui permirent d'adapter les *zīj* (tables astronomiques) d'Al-Khwārizmī et d'Al-Battānī au méridien de Cordoue et au calendrier hégirien. En outre, il traduisit le *Planispherium* [Planisphère] de Ptolémée, connu en arabe sous le titre *Risāla fī tastīh al-kura* [Épître sur la projection de la sphère]. Al-Majrītī fut également un astrologue de renom qui annonça la chute du califat de Cordoue à la suite de troubles intérieurs.

Abū'l Hākim al-Kāthī

Un des plus grands alchimistes de son temps (XI[e] s./V[e] H.). Il rédigea notamment un guide très utile sur l'appareillage alchimique.

Abū'l-Qāsim al-Irāqī

Alchimiste du XIII[e] s./VII[e] H., disciple de Jābir ibn Hayyān. Son célèbre traité d'alchimie, *Kitāb al-'ilm al-muktasab fī zirā'at al-dhahab* [Livre de la science acquise au sujet de la culture de l'or], résume les doctrines jābiriennes tout en développant une conception originale de la matière première génératrice de toute chose. À la différence d'Abū Bakr al-Rāzī, qui se confinait dans l'étude des propriétés physiques et chimiques des choses, Al-Irāqī considérait la matière, dans ses aspects intérieurs comme extérieurs, dans son contexte symbolique et dans ses implications avec les réalités psychologiques et spirituelles.

'Izz al-Dīn Aydamar al-Jildakī (ou Jaldakī)

Un des derniers grands alchimistes du monde arabo-musulman (mort vers 1342/743 H. ou 1360/762 H.). Il était particulièrement attaché aux enseignements de Jābir ibn Hayyān, dont il tenta de dégager la biographie à travers l'immense corpus jābirien. Il considérait l'alchimie comme étant essentiellement une science spirituelle de la Nature et de l'homme : l'œuvre alchimique, à la fois opérative et symbolique, s'accomplissait à la fois dans

la *materia prima* et dans l'être intime de l'homme. Il laissa de nombreux écrits alchimiques, dont son volumineux *Kitāb al-burhān fī asrār ʿilm al-mizān* [Livre de la preuve sur les secrets de la science de la balance], ouvrage mettant particulièrement l'accent sur la transmutation spirituelle symbolisant l'opération alchimique.

ABŪ ALĪ AL-HASAN IBN AL-HAYTHAM ET L'OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE

« [...] puisque le procédé de la vision n'a pas été établi avec certitude, nous avons pensé qu'il fallait se préoccuper de cette question, l'examiner, chercher sérieusement sa nature véritable et poursuivre l'étude de ses principes et de ses prémisses [...] »
Abū Alī ibn al-Haytham (vers 965-1039)

« Pour les questions de science, l'autorité d'un millier ne vaut pas l'humble raisonnement d'un seul individu. »
Galilée (1564-1642)

Physicien, mathématicien et astronome, Abū Alī al-Hasan ibn al-Haytham, l'Alhazen des auteurs latins du Moyen Âge (né vers 965/354 H. à Basra, en basse Mésopotamie, mort vers 1039/430 H. au Caire), fut l'une des plus grandes figures de la science médiévale et, assurément, le plus illustre physicien arabo-musulman.

Quittant Basra, Ibn al-Haytham s'établit à la fin du xᵉ s./ɪᴠᵉ H. en Égypte pour y étudier les possibilités de contrôler les inondations provoquées par les crues du Nil. Il fut reçu avec beaucoup d'égards par le calife fatimide Al-Hākim, qui le chargea alors de l'opération en mettant à sa disposition tous les moyens nécessaires. Trop confiant dans la portée pratique de ses connaissances scientifiques, il accepta et se mit à la tête d'une expédition devant se rendre dans le sud de l'Égypte pour y découvrir les sources du Nil et opérer à ce niveau pour régulariser le cours du fleuve. En remontant le Nil, il réalisa que le système d'irrigation qu'il avait conçu était voué à l'échec et, s'apercevant de l'inanité de ses efforts, il renonça à l'entreprise. Revenu au Caire, il dut reconnaître son erreur bien qu'il redoutât le courroux du calife, connu autant pour ses largesses que pour ses extravagances et sa cruauté. Craignant pour sa vie, il décida de feindre la folie et fut assigné à résidence jusqu'à la mort du souverain, en 1021/411 H. Il se voua alors totalement à son œuvre scientifique et, pour gagner sa vie, copia notamment des manuscrits de mathématiques. Dans ses dernières années, il se consacra à des réflexions philosophiques poussées et parvint à la conclusion que la vérité n'avait été exprimée que dans les « doctrines dont le fond était raisonnable et la forme rationnelle[176] », doctrines qu'il ne trouva que chez Aristote et dans le domaine des sciences exactes (mathématiques, physique, astronomie).

C'est surtout en physique et en optique que son apport fut le plus considérable et que son influence fut décisive sur les premiers savants européens, comme Robert Grosseteste, Roger Bacon, Witelo et Kepler. Il se rendit célèbre surtout par sa théorie révolutionnaire de la vision, qui donna la première description exacte de l'œil et où il dégagea le concept de rayon et de faisceau lumineux. Partant des travaux antérieurs grecs (d'Aristote, d'Euclide, de Ptolémée, de Héron d'Alexandrie et de Galien) et arabes (d'Al-Kindī et de Hunayn ibn Ishāq en particulier), et introduisant de nouvelles normes mathématiques et expérimentales nettement plus élaborées et plus précises, Ibn al-Haytham composa son magistral *Kitāb al-manāzir* [Livre (ou Traité) d'optique], qui révéla d'importantes découvertes sur les phénomènes de la réflexion et de la réfraction de la lumière, ainsi que sur l'anatomie et la physiologie de l'œil en tant que système optique. Cet ouvrage, plusieurs fois traduit en latin sous le titre *Opticae thesaurus Alhazeni Arabis* et largement consulté durant tout le Moyen Âge, constitue « la contribution la plus originale et la plus féconde apportée dans le domaine de l'optique avant le XVIIe siècle[177]… ». Ibn al-Haytham y élabora une théorie nouvelle de la vision en établissant que les rayons lumineux partent des différents points de l'objet vers l'œil et non le contraire, comme l'avaient postulé ses prédécesseurs, et il exprima cette découverte proprement révolutionnaire en ces termes : « Ce n'est pas un rayon partant de l'œil qui produit la vision ; c'est au contraire l'objet perçu qui envoie ses rayons vers l'œil, lequel les assimile par le truchement de son corps transparent. » Pour parvenir à une telle conclusion, il exposa ainsi sa méthode de recherche : « […] et puisque le procédé de la vision n'a pas été établi avec certitude, nous avons pensé qu'il fallait se préoccuper de cette question, l'examiner, chercher sérieusement sa nature véritable et poursuivre l'étude de ses principes et de ses prémisses, en commençant l'investigation par l'induction des choses existantes et par l'observation des conditions des objets visibles […]. Puis nous nous élèverons dans la recherche et la comparaison, d'une manière graduelle et ordonnée, en critiquant les prémisses et en étant prudent dans les résultats. »

Par ailleurs, Ibn al-Haytham fut le premier à décrire et à se servir, dans ses expériences d'optique, de la chambre noire, qui lui fournit la preuve de la trajectoire rectiligne du rayon lumineux et du renversement des images. Il étudia, en outre, le pouvoir calorifique et grossissant des miroirs concaves et de la loupe, et, analysant le fonctionnement de l'œil, il imagina la première paire de lunettes pour corriger les anomalies de la vision.

Ce fut donc avec Ibn al-Haytham que l'optique prit véritablement son essor : adoptant une approche originale et associant étroitement lumière et vision, il transforma fondamentalement l'optique. Jusqu'alors, on faisait peu de cas de l'évidence empirique, on ne distinguait point entre lumière *(daw')* et vision *(ibsār)*, et l'on considérait que voir, c'était éclairer et réciproquement.

Critiquant les anciennes théories du « rayon visuel » et réfutant l'hypothèse d'un cône de rayons rectilignes émis par l'œil, Ibn al-Haytham, aussi fin théoricien qu'habile expérimentateur, affirma que la lumière et la couleur (propriété des objets visibles) existent indépendamment l'une de l'autre ainsi que du sujet qui les perçoit. Puis il posa, dans les limites de validité de l'optique géométrique, le principe de la propagation rectiligne – qu'il nomma « propagation sphérique en toutes directions » – et définit correctement le concept de rayon lumineux, en établissant que le rayon incident et le rayon réfléchi sont dans un même plan (le plan d'incidence) perpendiculaire au miroir[178] et que les angles d'incidence et de réflexion sont égaux, posant ainsi les bases fondamentales de la catoptrique (partie de l'optique qui traite de la réflexion). Il montra, en outre, que le rayon incident, la normale au point de réfraction et le rayon réfracté sont dans un même plan, et il énonça quelques règles importantes relatives à la dioptrique (partie de l'optique qui étudie la réfraction), entre autres, que la réfraction de la lumière était due à des rayons lumineux se propageant à des vitesses différentes dans des milieux différents.

En plus de ces résultats qui permirent de remarquables avancées dans l'étude qualitative et quantitative des phénomènes de la réflexion et de la réfraction, le nom d'Ibn al-Haytham demeure à jamais associé à un problème mathématique complexe, dénommé « problème d'Alhazen », consistant à déterminer le point de réflexion sur un miroir sphérique concave d'un rayon lumineux issu d'un point donné et devant se réfléchir en un autre point également donné. La solution de ce problème conduit à celle d'une équation du quatrième degré qu'il résolut géométriquement par l'intersection d'une hyperbole équilatère et d'un cercle.

En mathématiques, Ibn al-Haytham se distingua par ses travaux sur les propriétés des coniques et sur le calcul des volumes de révolution. En recourant aux coniques d'Apollonius, il résolut géométriquement le fameux problème d'Archimède – consistant à déterminer l'intersection d'une sphère par un plan de manière que les volumes des calottes sphériques obtenues soient dans un rapport donné – à l'aide d'une parabole et d'une hyperbole. Par ailleurs, mettant à contribution la méthode d'exhaustion d'Archimède, il introduisit dans son *Maqāla fī misāhat al-mujassam al mukāfi* [Traité sur la mesure des corps paraboliques] des méthodes de cubature originales et réussit ainsi à calculer, pour la première fois, le volume du paraboloïde dit de « seconde espèce » engendré par la rotation d'une parabole autour d'un axe parallèle à la tangente au sommet[179].

En astronomie, il effectua des recherches poussées avec sa théorie des mouvements planétaires, combinant géométrie et mouvement, et ses méthodes nouvelles de détermination de la latitude d'un lieu, basées sur sa propre théorie de la réfraction. Partant de ses travaux en optique, Ibn al-Haytham se signala

par sa découverte selon laquelle tous les corps célestes, y compris les étoiles fixes, émettent leur propre lumière, la Lune recevant sa luminosité du Soleil. Il traita de la visibilité des astres et des causes du halo lunaire, de l'arc-en-ciel et de la formation du crépuscule. Il prouva que le crépuscule astronomique, phénomène qu'il attribuait à la réfraction causée par l'atmosphère, commençait ou finissait quand le Soleil était à 19° au-dessus de l'horizon – la valeur admise de nos jours étant 18° – et, sur cette base, il évalua la hauteur de l'atmosphère terrestre à 52 000 pas, soit environ 17 kilomètres. Par ailleurs, il expliqua correctement la réfraction causée par l'atmosphère comme étant également à l'origine de l'élévation des positions apparentes des autres corps célestes au-dessus de l'horizon, mais aussi de l'élargissement des diamètres apparents du Soleil et de la Lune quand ils sont proches de l'horizon.

L'innovation apportée par Ibn al-Haytham à la théorie astronomique peut se résumer ainsi : les astronomes s'étant peu souciés jusqu'alors de définir le concept de sphères célestes, se bornant à les considérer sous leur seul aspect mathématique de cercles parfaits représentant le mouvement des corps célestes, il fut le premier à introduire dans les considérations purement astronomiques le concept aristotélicien de sphères célestes. Toutefois, posant le problème en termes de physique céleste – physique essentiellement qualitative –, il eut à faire face à Ptolémée, qui, lui aussi, avait eu recours dans ses *Hypotheses planetarium* [Hypothèses des planètes], connues en arabe sous le titre *Kitāb al-manshūrāt* [Livre des hypothèses], à une physique céleste, laquelle, fondée sur la théorie des épicycles et des déférents excentriques, invalidait celle d'Aristote.

Ibn al-Haytham fut conduit alors à rejeter le système de Ptolémée, le jugeant incompatible avec le principe admis du mouvement uniforme des astres qu'un corps physique – la sphère déférente associée à une planète donnée – peut effectuer une rotation à vitesse variable comme le suggérait Ptolémée. A cet égard, dans *Al-Shukūk alā Batlamiyūs* [Doutes sur Ptolémée], il dressa un catalogue des incohérences qui se trouvent dans l'œuvre de Ptolémée. Il conçut une nouvelle théorie des mouvements planétaires en postulant l'existence d'une neuvième sphère. Cette sphère supplémentaire semblait devoir s'imposer dès lors que l'on admettait la précession des équinoxes : il s'agissait de la sphère enveloppante, dépourvue d'étoiles mais communiquant le mouvement diurne aux huit autres sphères et qui, finalement adoptée par les astronomes, fut appelée indifféremment la « sphère universelle », la « plus grande sphère », la « sphère unie » *(al-falak al-atlas)* ou la « sphère des sphères » *(al-falak al-aflāk).* Ce fut ainsi que, dans son *Traité d'astronomie,* conservé dans ses seules versions latine et hébraïque, Ibn al-Haytham décrivit le mouvement des planètes non seulement en termes d'épicycles et d'excentriques comme Ptolémée, mais également par rapport à un modèle physique dont l'influence fut considérable en Occident.

Par ailleurs, Ibn al-Haytham apporta une contribution notable à l'étude du mouvement en découvrant le principe de l'inertie à la mécanique céleste, à la perspective, à la statistique et à bien d'autres domaines, et son œuvre scientifique, dans son ensemble, exerça une profonde influence sur son époque et les suivantes.

Il composa une œuvre immense, comportant plus d'une centaine de titres portant sur la physique, les mathématiques et l'astronomie, mais également sur la médecine, la philosophie, voire la critique littéraire. Sa pensée, proprement encyclopédique, inspirera les plus grands esprits européens du Moyen Âge et de la Renaissance.

Les ouvrages scientifiques d'Ibn al-Haytham, notamment son *Traité des courbes géométriques* et surtout son célèbre *Traité d'optique* qui lui valut le surnom de *Ptolemaeus Secundus* (Second Ptolémée), contribuèrent très largement à asseoir sa réputation de grand savant.

Dans le *Maqāla fī stikhrāj samt al-qibla* [Traité sur la détermination de la direction de la *qibla* (ou de La Mecque)], il établit un célèbre théorème de trigonométrie dit de la cotangente, tandis que dans le *Maqāla fī daw' al-qamar* [Traité sur la lumière de la Lune], il exposa des idées originales sur la lumière, les couleurs et les mouvements célestes. Le *Maqāla fī sūrat al-kusūf* [Traité sur la forme de l'éclipse] apporta une explication des éclipses solaires et lunaires, et exposa, pour la première fois, l'application de la chambre noire à l'observation des éclipses.

Ibn al-Haytham écrivit de nombreux autres ouvrages traitant de la lumière, des miroirs ardents paraboliques et sphériques, de la quadrature des lunules, des propriétés de certaines coniques, du volume du paraboloïde de révolution, et il rédigea des commentaires sur les *Éléments* d'Euclide. Plusieurs écrits portent sur la géométrie, dont *Sharh musādarāt kitāb Uqlīdis fī'l-Usūl* [Commentaire sur les postulats des *Éléments* d'Euclide] et *Fī hall shukūk kitāb Uqlīdis fī'l-Usūl* [Sur la résolution des doutes dans les *Éléments* d'Euclide]. Il composa divers traités, tels que *Maqāla fī khawāss al-qat' al-mukāfi* [Sur les propriétés de la parabole] et *Maqāla fī khawass al-qat'al-zā'id* [Sur les propriétés de l'hyperbole].

En fait, ce fut l'œuvre scientifique tout entière d'Ibn al-Haytham qui marqua d'une empreinte profonde la science occidentale, à travers ses approches mathématiques des problèmes de la physique et ses conceptions novatrices, en particulier celles ayant trait à la place et au rôle de la démarche expérimentale en science. Ses travaux d'optique sur la réflexion et la réfraction, sur la nature de la lumière et sur la physiologie de la vue, maintes fois traduits en latin, exerçèrent une influence déterminante sur les œuvres de Roger Bacon, de Kepler et de Descartes, suscitant un fort engouement pour l'optique – en particulier celle des lentilles – et jetant les bases des théories optiques modernes. À cet égard, postulant que la lumière est émise par les

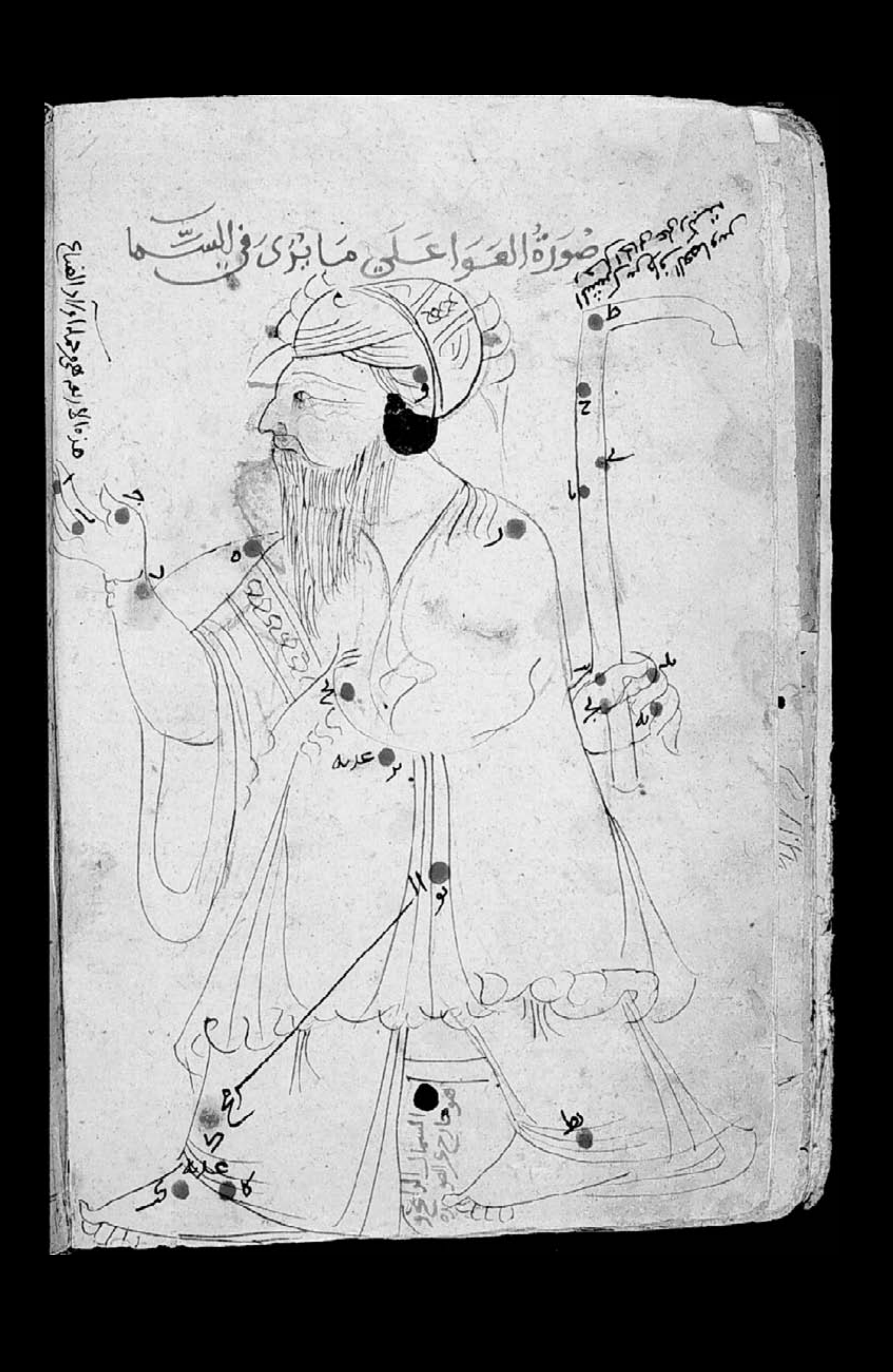
corps lumineux indépendamment de l'observateur, il conçut, bien avant Newton, une véritable théorie corpusculaire de la lumière.

L'œuvre d'Ibn al-Haytham marqua l'apogée de la physique arabe et, en tant que scientifique, il fut et reste, de nos jours, universellement reconnu comme le précurseur de la physique moderne.

Après Ibn al-Haytham, l'étude de la physique, de l'optique notamment, déclina dans le monde arabo-musulman pour ne renaître que deux siècles plus tard, à la fin du XIII[e] s./VII[e] H., avec quelques grands noms de la physique arabe.

NOTES

167. Savant et mécanicien grec du III[e] siècle avant J.-C., inventeur de divers instruments hydrauliques ou pneumatiques, dont les clepsydres ou horloges à eau et la pompe à air à valves.
168. Pour certains auteurs, il serait mort à Tūs.
169. Les habitants de Harrān, qui avaient une religion où les étoiles jouaient un grand rôle, transmirent aux Arabes des écrits ésotériques grecs et de nombreux écrits sur l'astronomie et les mathématiques.
170. Fluide inhérent à tout corps et imaginé pour expliquer, par sa libération, les combustions (théorie invalidée par le chimiste français Lavoisier au XVIII[e] siècle).
171. Alchimie et astrologie étant étroitement associée dans une vision cosmique du monde, les sept planètes ayant sept métaux pour « signes »: Soleil (or) ; Lune (argent) ; Mercure (mercure ou « vif-argent ») ; Vénus (cuivre) ; Mars (fer) ; Jupiter (étain) ; Saturne (plomb).
172. Paul Kraus, *Jābir ibn Hayyān*, Paris, Les Belles-Lettres, 1985.
173. Adeptes du Perse Mani ou Manès (III[e] siècle après J.-C.), fondateur d'une religion syncrétique admettant comme principes fondamentaux le Bien et le Mal.
174. Premier texte latin connu, il se présente comme le compte rendu d'un débat entre neuf philosophes présocratiques.
175. À titre d'exemple, la constance des compositions chimiques ou loi des compositions définies, découverte au début du XIX[e] siècle, avait déjà été établie empiriquement par les alchimistes arithmologistes arabes.
176. Cité par C. Ronan, *Histoire mondiale des sciences*, Paris, Le Seuil, 1988.
177. R. Taton *et al., op. cit.*
178. Pour les autres miroirs (sphérique, cylindrique, conique), le plan d'incidence doit être perpendiculaire au plan tangent à la surface au point d'incidence.
179. Ce qui revient à calculer l'intégrale définie d'une fonction puissance d'ordre quatre soit $\int_0^a x^4 \, dx$.


صورة العوا على ما يرى في السما

Chapitre 7

LA MÉDECINE ET LA PHARMACOLOGIE

En réalisant une synthèse des traditions médicales antiques – notamment grecques, syriaques, persanes et indiennes –, la médecine arabe réussit le remarquable exploit d'allier l'approche pragmatique d'Hippocrate à la vision philosophique de Galien, tout en enrichissant l'immense savoir médical hérité des Écoles d'Alexandrie et de Jundishāpūr de substantiels apports d'origines orientales diverses.

Grâce à l'appui du pouvoir central, qui supervisa l'expansion de l'art médical et favorisa la publication de manuels pratiques et la construction d'hôpitaux et de centres médicaux, les médecins arabes rattrapèrent et dépassèrent rapidement leurs maîtres en décrivant minutieusement de nombreuses maladies, en élaborant des remèdes variés et en jetant les bases de plusieurs nouvelles branches médicales.

Pendant que des centres médicaux se développaient dans toutes les villes, et notamment à Jundishāpūr, Rayy, Bagdad, Damas, Le Caire, Harrān, Chīrāz, Tunis, Kairouan, Fès, Cordoue, Grenade, Séville et Tolède, de grands hôpitaux[180] s'édifiaient à travers tout le monde musulman.

Les médecins arabes, bien que manquant au départ de connaissances anatomiques plus étendues – la dissection n'était pas pratiquée –, parvinrent néanmoins, en se fondant sur l'observation et l'expérience clinique et en alliant judicieusement théorie et pratique, à accomplir des progrès notables dans les domaines de l'examen, du diagnostic, du pronostic et de la thérapeutique. Les contributions des médecins et pharmacologues arabes furent marquées, en outre, par l'approfondissement des connaissances et techniques médicales antérieures – notamment en anatomie, en physiologie, en ophtalmologie, en

gynécologie, en odontologie, en chirurgie et dans le traitement des plaies –, la reconnaissance du caractère contagieux de certaines maladies, la mise au point de mélanges anesthésiques à base de haschisch et d'autres plantes narcotiques et enfin l'enrichissement considérable de la *materia medica* avec de nombreux remèdes nouveaux : le camphre, le séné, le tamarin, la rhubarbe, la casse, l'ergot de seigle, les myrobolans et diverses plantes médicinales, drogues et autres substances médicamenteuses. De nombreuses branches connexes bénéficièrent de l'apport des médecins arabes, en particulier l'hygiène, la diététique, l'obstétrique, l'orthopédie, la psychothérapie, la toxicologie et l'art vétérinaire.

La science médicale arabe se donnait pour objectif, certes, de guérir les malades, mais également de conserver la santé : d'où l'accent particulier mis sur la prévention et la raison pour laquelle les grands médecins préconisaient l'exercice physique, les soins du corps (notamment au *hammām* ou « bain public »), et même la musique et tout autre plaisir permettant à l'homme, dans sa totalité comme unité du corps et de l'âme, de vivre en harmonie avec son environnement.

Dès le xe s./ive H., la botanique avait connu un développement important, principalement en Espagne musulmane, à partir essentiellement de l'ouvrage fondamental *Materia medica* de Dioscoride. Certes, l'étude des plantes et la recherche en botanique en général étaient motivées en grande partie par des considérations plutôt utilitaires, soit en agriculture (amélioration et diversification des espèces), soit en médecine (nécessité de se procurer des plantes médicinales), attitude adoptée dès le départ, notamment par Jābir ibn Hayyān, le fameux alchimiste du viiie s./iie H., qui en extrayait déjà des produits chimiques et pharmaceutiques.

En étroite liaison avec la botanique et la médecine, la pharmacologie retint très tôt l'attention de nombreux savants et chercheurs arabo-musulmans, dont Al-Bīrūnī, Al-Ghāfiqī et surtout Ibn al-Baytār, qui effectua de multiples et fructueuses missions scientifiques en Espagne, en Afrique septentrionale et en Orient, auxquelles il s'était soigneusement préparé par l'étude approfondie des travaux de ses prédécesseurs, notamment grecs et arabo-musulmans. Ses sources grecques pour la connaissance des plantes médicinales et autres furent principalement Dioscoride et Galien, mais aussi Oribase et Paul d'Égine. Quant à ses sources arabes, elles furent variées et nombreuses, mais provinrent essentiellement des écrits d'Al-Dīnawarī (mort en 894/281 H.), connu pour son ouvrage *Kitāb al-nabāt* [Livre des plantes], du géographe Al-Bakrī (mort en 1094/487 H.), auteur d'un traité sur la flore espagnole, *Kitāb al-nabāt* [Livre des plantes], d'Al-Ghāfiqī (mort vers 1150/545 H.), qui composa le *Kitāb al-adwiya al-mufrada* [Livre des drogues simples], et d'Al-Nabātī, qui s'intéressa plus à la description botanique des plantes qu'à leurs usages thérapeutiques.

Ainsi, en médecine et en pharmacologie, l'un des plus beaux fleurons de la science arabe, l'apport arabo-musulman fut considérable à l'époque classique, particulièrement à travers une vaste connaissance des produits médicinaux, une organisation du savoir médical selon une approche scientifique – avec recours systématique à l'analyse, à la synthèse, à l'objectivité, à l'expérience et éventuellement à la remise en cause des doctrines des Anciens – et une volonté manifeste de transmission du savoir.

Au Moyen Âge, les médecins arabes étaient passés maîtres dans leur art de la médecine, et leur réputation était telle que, au XI[e] siècle, Alphonse VI, roi chrétien de Castille, choisit de se faire soigner à Cordoue, chez ses propres ennemis, alors qu'il guerroyait contre eux en vue d'annexer l'Andalousie, territoire musulman à l'époque.

ABŪ BAKR MOHAMMED IBN ZAKARIYYĀ AL-RĀZĪ ET LA MÉDECINE CLINIQUE

« Si le médecin était compétent et le malade docile,
que le mal serait facile à guérir ! »
Abū Bakr al-Rāzī (vers 865-925)

« J'ai trouvé dans le *Hāwi* [d'Al-Rāzī]
toutes les connaissances nécessaires à l'art médical… »
Alī ibn al-Abbās (vers 920-995)

« Si l'homme pouvait corriger toutes les corruptions du corps
et repousser toutes les affections,
il conserverait sa jeunesse et ne vieillirait point. »
Abū Sahl Isā ibn Yahyā (vers 960-1000)

Médecin, philosophe et alchimiste, Abū Bakr Mohammed ibn Zakariyyā al-Rāzī, le Rhazès ou Rasis du Moyen Âge latin (né vers 865/251 H. à Rayy, tout près de l'actuel Téhéran, mort vers 925/313 H. à Rayy également), fut, sans contredit, le plus grand clinicien et médecin arabo-musulman de son temps. Il fut surnommé « le Prince des médecins », « le Guérisseur des croyants », « le Galien des Arabes » ou « l'Hippocrate des Arabes », et aucun médecin depuis Galien ne possédait un savoir médical aussi vaste que le sien : il rassembla, remania et ordonna clairement et méthodiquement toutes les connaissances médicales de son temps. Il fut, par ailleurs, un remarquable clinicien, un fin observateur et un penseur de premier ordre. Il présida véritablement à l'épanouissement de la médecine arabe, tout comme Hippocrate le fit pour la médecine grecque.

Favori des souverains et des princes, adulé par les pauvres qu'il assistait financièrement, ce grand médecin et philanthrope vécut modestement et mourut aveugle dans une totale indigence, sa générosité sans bornes l'ayant

réduit à la misère, victime aussi de l'intrigue de confrères jaloux qui l'avaient tant discrédité et désigné à la vindicte publique comme libre penseur, si bien qu'il perdit tous ses postes et fut privé ainsi de toutes ressources.

En praticien méthodique, Al-Rāzī notait soigneusement dans un journal de clinique l'évolution d'une maladie et les résultats du traitement prescrit, et il avait une haute conception de la profession médicale. Il fut le premier médecin à donner une description diagnostique différentielle précise, d'une part entre certaines affections articulaires douloureuses telles que la goutte et le rhumatisme, et, d'autre part, entre certaines maladies infectieuses avec éruption cutanée telles que la rougeole, la variole et la rubéole. Il fut aussi le premier à insister particulièrement sur l'hygiène alimentaire et composa à cette fin des ouvrages de diététique, voire de cuisine. Il semble avoir pressenti une corrélation étroite entre le milieu ambiant et les maladies infectieuses et épidémiques, et il appliqua des principes stricts d'hygiène, y compris d'hygiène publique, très en avance sur son temps. On rapporte que, devant choisir à Bagdad le site d'un nouvel hôpital et s'appuyant sur la théorie des miasmes (qui rend compte des maladies), il fit suspendre des carcasses de moutons dans les différents quartiers de la ville et détermina finalement l'emplacement de l'hôpital en sélectionnant le quartier où la putréfaction de la viande était la plus lente.

Par ailleurs, on doit à Al-Rāzī plusieurs innovations : il utilisa le séton en chirurgie et le catgut pour suturer les blessures, il proposa une méthode d'intervention en cas de trachéotomie (par incision de la peau, séparation des berges avec des crochets et ouverture de la trachée entre deux cartilages), insista sur l'examen des urines et la prise du pouls, et introduisit une dimension psychosomatique dans l'observation et la pratique médicales. Il s'intéressa, en outre, aux maladies mentales, à la psychothérapie, à la lutte contre les charlatans et à la relation malade-médecin : « Si le médecin était compétent et le malade docile, que le mal serait facile à guérir ! » proclamait-il. Il s'intéressa également aux problèmes d'assainissement de l'air, insista sur la consommation d'eau potable et la propreté du corps, donna des indications utiles sur les conditions d'hygiène auxquelles devaient satisfaire les logements, à savoir être munis de bains. En matière de pharmacie, Al-Rāzī préférait nettement les plantes médicinales aux drogues chimiques, et il prodiguait souvent ce sage conseil aux jeunes médecins : « Chaque fois que tu peux soigner grâce à un simple régime alimentaire, ne prescris pas de médicament, et chaque fois qu'un remède banal peut suffire, n'en prescris pas de plus complexe. »

Maître incontesté de la médecine clinique, Al-Rāzī comparait ses observations et résultats avec ceux de ses prédécesseurs grecs, indiens, persans et arabes – notamment Hippocrate, Galien et Hunayn ibn Ishāq –, qu'il n'hésitait pas à critiquer, à rejeter, à corriger ou à compléter (par exemple, il écrivit un ouvrage contre Galien qu'il intitula *Al-Shukūk alā Jālinus* [Doutes sur Galien]).

Sa réputation s'étendit dans tout le monde arabo-musulman et attira vers lui de nombreux élèves auxquels il inculqua une haute idée de la profession médicale tout en combattant le charlatanisme et toute autre forme d'imposture. Cette réputation reposait aussi bien sur son immense savoir médical que sur ses éminentes qualités humaines, notamment à l'égard des malades. Ses conceptions philosophiques, en revanche, étaient insolites, voire excentriques pour son époque. Il considérait les hommes de science plus importants que les chefs religieux et rejetait tout fanatisme, à ses yeux générateur de violence.

Son œuvre, immense, comprend plus de deux cents titres portant sur la médecine, la philosophie, l'alchimie, les mathématiques, l'optique, les sciences naturelles, la pharmacopée, la théologie et la grammaire. En astronomie, il donna des preuves de la sphéricité de la Terre et fut le premier à établir que la Terre est plus grande que la Lune, mais plus petite que le Soleil.

Le plus connu des ouvrages médicaux d'Al-Rāzī est son magistral *Kitāb fī'l-judarī wa'l-hasba* [Traité sur la variole et la rougeole], véritable chef-d'œuvre de médecine clinique, qui fut traduit en latin sous plusieurs titres *(Liber pestilentiae, De pestilentia, De peste, De variolis et morbilis)* et édité en Europe jusqu'au XVIIIe siècle. Cette monographie originale, entièrement fondée sur ses observations cliniques, constitue le premier traité connu sur les maladies infectieuses. La variole et la rougeole y sont décrites de manière précise, y compris leurs symptômes différentiels et les prescriptions et conseils pratiques à observer dans l'examen de leur évolution : Al-Rāzī conseillait notamment de porter une grande attention au cœur, au pouls, à la respiration et aux excrétions, et il prescrivait des moyens efficaces pour se protéger les yeux et le visage, ainsi que pour éviter les marques profondes laissées par les pustules après cicatrisation. À cet ouvrage étaient rattachés des traités annexes sur la pédiatrie, sur le rhumatisme articulaire et sur les calculs de la vessie et des reins – Al-Rāzī préconisait des diurétiques pour augmenter la sécrétion urinaire, sinon l'opération.

Al-Rāzī composa bien d'autres ouvrages médicaux[181], dont deux chefs-d'œuvre qui comptent parmi les écrits les plus respectés et les plus consultés pendant des siècles, notamment en matière de pathologie et de thérapie. Le *Kitāb al-tibb al Mansūrī* [Livre de médecine d'Al-Mansūr] fut dédié à l'émir Al-Mansūr ibn Ishāq, gouverneur sāmānide du Khurāsān et de la Transoxiane. Cet ouvrage en dix volumes, traduit en latin par Gérard de Crémone sous le titre *Liber medicinalis ad Almansorem* (en abrégé *Liber Almansoris*), est une véritable encyclopédie de médecine pratique traitant de thèmes divers : anatomie, hygiène, dermatologie, diététique, médicaments simples, chirurgie, fièvres, traitement de diverses maladies. Le *Kitāb al-hāwī fī'l-tibb* [Livre contenant toute la médecine], son ouvrage principal, fut traduit en latin par Faraj ben Salem (traducteur juif de Sicile) sous le titre *Liber continens* ou

simplement *Continens*, c'est-à-dire le livre qui contient toute la médecine. Cette encyclopédie monumentale en trente volumes, connue également sous le nom d'*Al-Jāmi*, comprend toute la science médicale, de l'Antiquité au xe s./ive H., enrichie du vaste savoir et surtout de la grande expérience de praticien d'Al-Rāzī à travers les nombreux cas cliniques personnels qui y sont mentionnés.

Pour Al-Rāzī, « l'expérience d'un médecin qui pense et raisonne » est plus significative que ses connaissances livresques, aussi enseignait-il que « la lecture ne fait pas le médecin, mais bien l'esprit critique et le talent d'appliquer à des cas particuliers des vérités dont il a connaissance[182] ». Son *Kitāb fī sirr sīnā'at al-tibb* [Livre sur le secret de l'art médical], traduit en latin, expose largement ses vues sur l'art de la médecine.

Bien que pratiquant l'alchimie et croyant à la transmutation des métaux, Al-Rāzī rejeta une grande partie du mysticisme de l'alchimie pour s'intéresser surtout à la chimie appliquée et aux résultats expérimentaux. Même s'il admettait, comme disciple du grand alchimiste Jābir ibn Hayyān, les quatre éléments (terre, eau, air, feu) comme substrat de toutes les substances matérielles, et le soufre et le mercure comme composants des métaux[183], l'alchimie, pour lui, ne reposait pas sur l'interprétation symbolique de la Nature et n'avait d'autre objet que la transformation, au moyen d'élixirs appropriés, des métaux ordinaires en or ou en argent et celle du quartz ou du verre ordinaire en pierre précieuse (émeraude, rubis, saphir…).

Al-Rāzī fut également l'un des premiers véritables chimistes. Grâce à ses expériences multiples, il débarrassa la chimie des influences mystiques de l'alchimie et la mit, pour la première fois, au service de la médecine, initiative qui fit de lui le père de la chimiothérapie. Il découvrit, en effet, qu'il pouvait fabriquer des remèdes synthétiques en procédant à l'épuration et à la transformation artificielle des substances naturelles, ouvrant ainsi à la chimie médicale des perspectives aussi larges que celles offertes par la médication par les plantes. Il passe pour avoir établi les bases de la chimie scientifique, même si son intérêt se porta surtout sur la chimie appliquée.

Dans son *Kitāb al-asrār* [Livre des secrets], traduit en latin sous le titre *Liber secretorum bubacaris,* il décrivit avec précision son matériel de laboratoire, qui se composait de trente appareils ou instruments répartis en deux catégories : l'équipement utilisé pour la fusion et la calcination (fourneaux, creusets, soufflet, marmites, vases de filtration, tenailles, moules…) et l'équipement pour le traitement des substances chimiques (cornue de distillation, alambic, vases, cristallisoirs de verre, flacons et fioles, étuves, lampes à huile, bain-marie, filtres et tamis, mortiers et pilons, entonnoir, vaisselles de faïence…). En outre, il expliqua dans le détail les opérations et les procédés chimiques auxquels il se livrait (distillation, dissolution, calcination, solution, évaporation, cristallisation, sublimation, filtration, fusion, amalgamation).

Dans son ouvrage *Kitāb sirr al-asrār* [Livre du secret des secrets], traduit en latin sous le titre *Liber secretum secretorum,* Al-Rāzī donna, pour la première fois, une description claire des corps chimiques et divisa les substances minérales en six catégories : *les esprits* (soufre, mercure, sel ammoniac et sulfure d'arsenic sous forme d'orpiment jaune ou de réalgar rouge) ; *les corps* (or, argent, cuivre, fer, plomb, étain, *khārsīnī* ou « fer de Chine ») ; *les pierres* (pyrites, oxydes de fer, de zinc et d'arsenic, azurite, malachite, turquoise, hématite, sulfure de plomb, mica, gypse, verre) ; *les vitriols* ou sulfates de cristaux hydratés (noir, blanc, vert, jaune, rouge, aluns) ; *les borates* (groupe de minéraux de bore dont le borax) et *les sels*. À ces substances « naturelles », il ajouta un certain nombre de substances « artificielles » : oxydes de plomb, de cuivre et de zinc, cinabre ou sulfure de mercure, soude caustique, vert-de-gris ou hydrocarbonate de cuivre, polysulfures de calcium et divers alliages métalliques.

Par ailleurs, Al-Rāzī donna la recette pour la préparation des acides minéraux et des alcalis utilisés notamment dans la fabrication des verres, des vernis et du savon (il découvrit un procédé permettant de fabriquer de la glycérine à partir de l'huile d'olive). On lui doit, en outre, la préparation de l'acide sulfurique et de l'alcool pur à partir des liquides fermentés, féculents ou sucrés, par le procédé de distillation, mais aussi la préparation, entre autres, de la soude caustique, du zinc, de l'eau-de-vie et des aluns ou sulfates doubles hydratés. Les travaux en chimie d'Al-Rāzī eurent des retombées positives en pharmacologie. Il classa les substances en animales, végétales ou minérales, constituant ainsi une indication pharmacologique très utile, mais, surtout, il s'intéressa aux utilisations médicales des composés chimiques. Dans ce domaine, il mit au point une médication particulièrement appropriée à la cicatrisation des artères

Disciple des philosophes matérialistes présocratiques, de Platon et d'Aristote, mais adversaire de ce dernier en physique, Al-Rāzī élabora un atomisme qui s'apparente beaucoup à celui de Démocrite d'Abdère : la matière première se compose d'atomes qui, associés à des particules de l'espace (ou du vide), produisent les quatre éléments (terre, eau, air, feu) et l'élément céleste.

La philosophie « anti-prophétique » de ce savant fut sévèrement condamnée et publiquement dénoncée de son vivant. Son attitude critique et son opposition ouverte envers les religions révélées – cas extrêmement rare dans la culture arabo-islamique – l'isolèrent totalement. Hostile aux enseignements religieux et considéré comme un dualiste mazdéen ou manichéen, Al-Rāzī affirmait, en effet, l'existence de cinq « principes éternels » à partir desquels il cherchait à expliquer le monde : le Démiurge (le Créateur) et l'Âme du monde (l'Âme universelle), principes vivants et actifs ; la Materia prima (la Matière première), principe inerte à partir duquel sont faits tous les corps ; et enfin l'Espace absolu et le Temps absolu, principes qui ne sont ni vivants, ni actifs, ni passifs. Par cette doctrine originale autant que par sa négation de

la prophétie et son refus de reconnaître une quelconque valeur objective à la révélation scripturaire, Al-Rāzī s'éloigna radicalement de ses prédécesseurs musulmans : en raison de ses opinions franchement antireligieuses, voire athées, Al-Rāzī était tenu plus pour un libre penseur d'expression arabe que pour un philosophe.

Par-delà ses positions philosophiques, particulièrement tranchées pour l'époque, il fut le premier savant d'expression arabe à affirmer sans ambages sa croyance dans le progrès scientifique, tout en soulignant le caractère provisoire et constamment révisable de toute science. Le grand mérite scientifique d'Al-Rāzī fut de rejeter les explications ésotériques et symboliques des phénomènes de la Nature, de même que les pratiques astrologiques et magiques et le charlatanisme, pour ne s'attacher qu'à ce que l'expérience peut prouver. Il fut le penseur arabo-musulman qui influença le plus, après Ibn Sīnā (Avicenne) et Ibn Rushd (Averroès), la culture occidentale médiévale.

L'œuvre d'Al-Rāzī fut largement appréciée et son impact, tant en Orient qu'en Occident, fut considérable. Dans la grande tradition intellectuelle de son temps, il fut un esprit universel qui s'intéressa à toutes les disciplines, même si c'est surtout en médecine et en alchimie, ainsi que dans les spécialités connexes, qu'il apporta sa plus grande contribution.

Sa forte personnalité reflète toute la grandeur et la valeur de la médecine arabe : attentif au malade autant qu'à la maladie, il fut le prototype même du médecin profondément pénétré de sa vocation et de ses obligations, qui s'employait de son mieux à secourir toutes les détresses, physiques et morales. Si, depuis Hippocrate, les médecins étaient soumis à une éthique les engageant par serment à apporter leur aide aux malades, cette éthique les dispensait cependant de traiter, voire d'assister les incurables. Al-Rāzī insista le premier pour que les incurables aussi fussent secourus, avec cette recommandation de haute portée morale : « Tout médecin doit persuader son patient qu'il guérira et entretenir en lui cet espoir, même si l'issue est des plus douteuses. »

Si, jusqu'à nos jours, certains des traités médicaux d'Al-Rāzī sont encore estimés pour la pertinence des observations et la perspicacité clinique de leur auteur, l'explication est à rechercher certainement dans les méthodes de diagnostic et de traitement de ce grand médecin, appliqué et réfléchi, qui recherchait toujours la solution la plus conforme à la raison et au bon sens.

Les médecins et savants arabes du xe s./ive H. et du xie s./ve H. sont connus pour leur apport significatif à la science médicale :

Alī ibn Sahl Rabbān al-Tabarī

Médecin et traducteur (fin ixe s./iiie H.). Considéré comme étant le premier grand praticien arabe, il enseigna la médecine à Al-Rāzī. Il rédigea vers

850/235 H. le premier traité médical complet, *Firdaws al-hikma* [Paradis de la sagesse], où il aborda toutes les branches de l'art médical de son époque en se basant essentiellement sur les œuvres d'Hippocrate, de Galien, d'Ibn Māsawayh et de Hunayn ibn Ishāq.

Abū Ya'qūb Ishāq ibn Sulayman al-Isrā'ilī

Célèbre médecin et philosophe, l'Isaac Judaeus du Moyen Âge latin (vers 858/243 H.-955/343 H.). Contemporain d'Al-Rāzī, il vécut d'abord en Égypte, puis en Tunisie, où il fut le médecin du dernier prince aghlabide Ziyādat Allāh et du premier calife fātimide Ubayd Allāh al-Mahdī. Ses traités médicaux, notamment sur les éléments, les fièvres, les médicaments simples et les aliments, furent traduits en latin par Constantin l'Africain et jouirent d'une grande renommée en Europe (son traité sur la diète est considéré comme le premier ouvrage de diététique). Ishāq ibn Sulaymān eut pour disciple le grand médecin kairouanais Abū Ja'far Ahmed ibn al-Jazzār (mort vers 1004/395 H.), connu à travers son précis de médecine intitulé *Zād al-musāfir* [Viatique du voyageur], traduit en grec, en latin et en hébreu. Père du néoplatonisme juif, Abū Ishāq ibn Sulaymān fut fortement influencé par la philosophie d'Al-Kindī. Parmi ses écrits philosophiques, le *Kitāb al-huddūd wa'l-rusūm* [Livre des sentences et des taxations] fut traduit en latin et en hébreu.

Abū Dāwūd Sulaymān ibn Hasan ibn Juljul

Médecin natif de Cordoue (vers 944/332 H.-994/384 H.). Il rédigea de nombreux ouvrages, dont le *Tafsīr asmā' al-adwiya al-mufrada min kitāb Diyusquridūs* [Explication des noms des remèdes simples tirés du livre de Dioscoride] et les *Tabaqāt al-attiba' wa'l-hukamā* [Générations des médecins et des sages], qui constituent probablement le plus ancien recueil de biographies des médecins après le *Ta'rikh al-atibbā* d'Ishāq ibn Hunayn.

Abū Ja'far Ahmed ibn al-Jazzār

Médecin et érudit de Kairouan, l'Algazirah du Moyen Âge latin (mort vers 1004/395 H.). Il fut élève d'Abū Ya'qūb Ishāq ibn Sulaymān et composa plusieurs ouvrages médicaux traitant, entre autres, de la variole, de la rougeole, de la lèpre et de la peste. Son plus grand écrit reste cependant son précis de médecine *Zād al-musāfir* [Viatique (ou Provision) du voyageur], qui, traduit en latin par Constantin l'Africain sous le titre *Viaticum peregrinantis,* connut une grande célébrité en Occident. Philanthrope menant une vie austère, Ibn al-Jazzār soignait les grands et les riches, mais aussi les pauvres, pour lesquels il composa le *Kitāb tibb al-fuqarā'* [Livre de médecine des pauvres]. Il rédigea une *Risāla fī ibdāl al-adwiya* [Épître sur les médicaments succédanés] et bien d'autres ouvrages, notamment sur la philosophie, l'histoire et la géographie.

Abū'l Faraj Abd Allāh ibn al-Tayyib

Médecin et philosophe, l'Abulpharagius du Moyen Âge latin (mort vers 1043/435 H.). Ce grand médecin, qui exerçait dans le célèbre hôpital Adudī de Bagdad, eut pour disciples Al-Mukhtār ibn Butlān et Alī ibn Isā al-Kahhāl. En médecine, il composa des ouvrages résumant notamment les écrits d'Hippocrate et de Galien. En philosophie, on lui doit des commentaires sur certaines œuvres d'Aristote et sur l'*Isagoge* (ou *Introduction aux* Catégories *d'Aristote*) de Porphyre.

Abū'l Hasan Alī ibn Ridwān

Célèbre médecin, le Haly Rodohan du Moyen Âge latin (né vers 998/388 H., mort vers 1061/453 H.). Autodidacte mais bon praticien, il acquit réputation et richesse et fut nommé médecin-chef d'Égypte par le calife fātimide Al-Mustansir. Redoutable polémiste, Ibn Ridwān critiqua d'une manière acerbe ses prédécesseurs comme ses contemporains. Il eut avec Ibn Butlān une fameuse et vive controverse qui fit l'objet de plusieurs écrits : elle débuta sur un point de physiologie et s'acheva sur un appel d'Ibn Ridwān invitant tous les médecins du Caire à boycotter Ibn Butlān. Connu également pour l'abondance de sa production littéraire, il traita de philosophie, de logique, de théologie, d'astronomie, mais surtout de médecine, où cependant sa pensée, trop liée à celle de Galien, manquait d'originalité. Son *Kitāb daf' madārr al-abdān bi-ard Misr* [Livre sur la prévention des maladies corporelles en Égypte] traite du climat de ce pays en relation à l'hygiène et certaines maladies, comme la peste. Par ailleurs, soucieux du comportement de ses confrères, il élabora un ouvrage de déontologie médicale en s'inspirant probablement du traité *Adab al-tabīb* [La Bonne Conduite du médecin] d'Ishāq ibn Ali al-Ruhāwī (ɪxᵉ s./ɪɪɪᵉ H.), qui énonce de nombreux principes relatifs à l'hygiène du médecin, sa tenue vestimentaire, son attitude professionnelle et sa formation.

Abu'l Hasan al-Mukhtār ibn Butlān

Médecin réputé de Bagdad, l'Elluchasen Elimithar du Moyen Âge latin (mort vers 1066/458 H.). Il fit le déplacement au Caire pour polémiquer, de vive voix, avec son confrère Abū'l-Hasan ibn Ridwān sur des questions touchant notamment la médecine, mais également la philosophie. Son œuvre maîtresse est le *Taqwīm al-sihha* [Classification de la santé], compendium d'hygiène et de diététique présenté sous forme de tables (comme dans les traités d'astronomie) et traduit en latin sous le titre *Tacuinum sanitatis.* Il composa d'autres ouvrages, dont le *Da'wat al-atibbā'* [Le Banquet des médecins], satire mordante dirigée contre les charlatans, émaillée d'observations sur l'éthique de la profession médicale. Enfin, Ibn Butlān conseillait

la musique pour relever l'état du malade et insistait, comme condition pour garder la santé, sur la pureté de l'air, la modération dans l'alimentation et l'équilibre entre repos et travail.

ALĪ IBN AL-ABBĀS AL-AHWĀZĪ AL-MAJŪSĪ ET LA DIDACTIQUE DES SCIENCES MÉDICALES

« [Mon but est de] traiter de tout ce qui est nécessaire au maintien de la santé et à la guérison des malades […] et de tout ce qu'un médecin compétent et consciencieux devrait savoir. »
Alī ibn al-Abbās (vers 920-990)

« C'est l'harmonie de tout qui fait la bonne santé. »
Hippocrate (vers 460-377avant J.-C.)

Médecin et auteur d'ouvrages didactiques, Alī ibn al-Abbās al-Ahwāzī al-Majūsī, le Haly Abbas des auteurs latins du Moyen Âge (né vers 920/308 H. à Ahwāz, dans le Khūzistān, mort vers 990/380 H. à Chīrāz, dans le Fārs), est généralement considéré comme le plus grand médecin de son temps et l'un des maîtres de la médecine arabo-musulmane. La *nisba* (« ethnique ») d'Al-Majūsī indique l'origine mazdéenne ou zoroastrienne de la famille d'Alī ibn al-Abbās, bien que lui-même fût musulman.

Il fut le médecin traitant du souverain būyide Adud al-Dawla, protecteur des sciences et fondateur du grand hôpital Al-Adudī de Bagdad, à qui il dédia son célèbre *Al-Kitāb al-Malakī* [Le Livre royal].

Alī ibn al-Abbās forma le projet, en rédigeant ses ouvrages, « de traiter de tout ce qui est nécessaire au maintien de la santé et à la guérison des malades […] et de tout ce qu'un médecin compétent et consciencieux devrait savoir ». Il avait conçu ce projet suite à un constat, comme il le déclara lui-même : « Parmi tous les ouvrages médicaux, anciens et modernes, que j'ai passés en revue, je n'en ai pas trouvé un seul qui fût vraiment complet, qui embrassât l'ensemble des connaissances nécessaires à l'étude de la médecine. »

Ce fut dans une telle disposition d'esprit et pour répondre à des considérations à caractère didactique fondées sur des impératifs d'ordre et de clarté qu'Alī ibn al-Abbās composa ses ouvrages médicaux, en particulier son chef-d'œuvre, *Al-Kitāb al-Malakī* [Le Livre royal ou *Liber Regius* en latin] – également connu sous le titre d'*Al-Kunnāsh al-Malakī* [Le Livre de notes ou Registre royal] ou d'*Al-Kāmil al-sinā'a al-tibiyya* [L'Art complet de la médecine] —, qu'il se proposa volontairement de placer entre le volumineux *Al-Hāwī* et le bref *Al-Mansūrī*, tous deux d'Abū Bakr al-Rāzī. Ce fameux ouvrage, particulièrement apprécié pour la lucidité et la clarté de sa présentation, et sur lequel repose en fait toute la renommée d'Alī ibn al-Abbās, plusieurs fois traduit en latin, fut utilisé comme principal manuel de médecine

par des générations d'étudiants avant de céder le pas, un siècle plus tard, au célèbre *Qānūn* [Canon] d'Ibn Sīnā (Avicenne).

Dans cette œuvre capitale, Alī ibn al-Abbās, développant un système physiologique complet, enseigna notamment que la science médicale pouvait être divisée en trois parties : la science des « choses naturelles » (ou celle traitant des éléments, des tempéraments ou résultats du mélange des éléments au sein des corps organiques, des quatre humeurs cardinales, des facultés dont l'interaction régit tout le processus physiologique, des « pneumas » ou esprits dont dépend la bonne marche des fonctions corporelles) ; la science des « choses extra-naturelles » (ou celle étudiant les maladies, leurs causes et leurs symptômes) ; enfin, la science des « choses non naturelles » (ou celle ayant pour objet les six choses suivantes, qui, sans être « naturelles » ou « innées », sont cependant essentielles à l'homme pour se maintenir en vie : l'air environnant, l'activité physique et le repos, la nourriture et l'hydratation, la veille et le sommeil, l'excrétion et la rétention naturelles, les états de l'âme).

L'ouvrage lui-même est divisé en deux grandes parties comportant chacune dix chapitres : la première partie traite de la conception théorique de la médecine et la seconde partie est consacrée à son côté pratique, auquel Alī ibn al-Abbās attachait une importance de premier ordre. Les dix chapitres de la première partie ont principalement pour objet les sources historiques et les principes généraux (éléments, humeurs…) ; l'anatomie des parties homogènes (os, vaisseaux sanguins, chair…) et hétérogènes (muscles, cerveau, yeux, nez...) ; la classification et les causes des maladies ; les symptômes des maladies et le diagnostic à partir notamment du pouls, des urines, des fièvres et des humeurs ; les maladies extérieurement visibles telles que les fièvres, les tumeurs et les affections de localisation superficielle (variole, lèpre, gale…) ; les causes et symptômes des maladies internes telles que les céphalées, l'épilepsie, les ophtalmies, les maladies des oreilles, les atteintes digestives. Quant aux dix autres chapitres de la seconde partie, ils traitent essentiellement des principes généraux d'hygiène, de diététique et de thérapeutique ; de la thérapie par les simples ; du traitement des maladies liées à certaines parties du corps (tête, yeux, oreilles, nez, peau, bouche, appareil digestif, organes génitaux et reproducteurs…) ; de la chirurgie (incluant saignée, cautérisation, chirurgie des différents organes, réduction des fractures et des luxations…) ; et enfin des formules des médicaments composés.

Les autres ouvrages d'Alī ibn al-Abbās, traitant notamment d'anatomie et de chirurgie, furent, eux aussi, des manuels de référence. On relève dans ces écrits, pour les innovations apportées, une étude sommaire du système des vaisseaux capillaires qui devait être approfondie plus tard et surtout une description claire et minutieuse des opérations chirurgicales à effectuer.

Par ailleurs, réfutant les vues d'Hippocrate en matière d'obstétrique, Alī ibn al-Abbās découvrit et expliqua, le premier, que l'expulsion du fœtus

n'était pas spontanée, mais liée à un phénomène de contraction de l'utérus. Il rédigea, en outre, des ouvrages traitant de certaines pathologies utérines (inflammations diverses, tumeurs, abcès, cancer…).

On a vu en Alī ibn al-Abbās un des plus grands maîtres de la médecine arabe et on a loué sa science, mais aussi sa grande perspicacité. À cet égard, on rapporte à son propos nombre d'anecdotes sur sa façon très particulière de soigner certains de ses malades. C'est ainsi que, devant traiter un portefaix de Chīrāz souvent atteint d'une violente migraine qui le terrassait pendant des jours, voire des semaines, malgré sa forte stature, il le mena à la campagne et, examinant son pouls et ses urines, il lui fit enrouler étroitement un turban autour du cou, puis il chargea un domestique de le déchausser et de lui administrer sur la tête vingt coups de ses chaussures. Faisant ensuite ôter le turban du cou du malheureux, il le fit courir longuement, jusqu'à ce qu'il saigne du nez. Alors, il ordonna de le laisser tranquille et, tandis que le sang « coulait plus fétide que d'une charogne », l'homme s'endormit ; on le ramena chez lui, plongé dans un sommeil profond qui dura un jour entier. À son réveil, la migraine avait définitivement disparu. Au souverain Adud al-Dawla qui le questionnait sur cet étrange traitement, Alī ibn al-Abbās répondit : « L'excès de sang qu'il avait dans le cerveau, n'étant pas de nature à s'éliminer sous l'effet d'un laxatif à base d'aloès, il n'y avait donc d'autre traitement que celui que j'ai appliqué. »

L'œuvre d'Alī ibn al-Abbās eut un retentissement considérable. En Orient, en particulier, son influence fut telle que tout chirurgien devait subir, avant d'exercer son art, une épreuve destinée à révéler s'il avait bien assimilé les traités d'anatomie et de chirurgie de Paul d'Égine ou d'Alī ibn al-Abbās, s'il savait réduire une fracture, traiter une luxation, extraire des calculs, pratiquer l'ablation des amygdales, opérer de la cataracte, vider des abcès, amputer et trépaner. En Occident, ses traités d'anatomie, de chirurgie et de gynécologie furent longtemps des manuels de base. On cite en effet, parmi les principaux livres d'enseignement médical en usage jusqu'au XVI[e] siècle dans les facultés européennes (notamment celles de Paris, de Montpellier et de Salerne), plusieurs ouvrages en version latine considérés comme des grands classiques de la médecine arabe : l'*Isagoge Johannitii* de Hunayn ibn Ishāq (Johannitius Onan), le *Continens* d'Abū Bakr al-Rāzī (Rhazès), le *Liber Regius* d'Alī ibn al-Abbās (Haly Abbas), le *Viaticum peregrinantis* d'Abū Ja'far ibn al-Jazzār (Algazirah), le *Tractatus de oculis* d'Alī ibn Isā al-Kahhāl (Jesu Haly), la *Chirurgia* d'Abū'l-Qāsim al-Zahrāwī (Abulcasis), le *Canon* d'Abū Alī ibn Sīnā (Avicenne), le *Tajassir* ou *Theisir* d'Abū Marwān ibn Zuhr (Avenzoar) et le *Colliget* d'Abū'l-Walīd ibn Rushd (Averroès).

Cette énumération donne une idée de l'excellence des médecins arabo-musulmans de l'époque classique. Les travaux d'Alī ibn al-Abbās et ceux de ses contemporains seront éclipsés par l'œuvre d'Ibn Sīnā (Avicenne), dont le

génie a dominé l'ensemble de la médecine, l'un des fleurons de la civilisation arabo-islamique.

Le xe siècle (ive H.) connut de nombreux autres médecins prestigieux dont :

Abū Sahl Isā ibn Yahyā al-Masīhī

Médecin et philosophe originaire de Jurjān, au sud-est de la mer Caspienne (mort vers 1000/390 H.). Il fut particulièrement apprécié pour l'étendue de ses connaissances médicales, mais aussi pour la lucidité de son raisonnement et la clarté de son style. Son œuvre maîtresse est le *Kitāb al-Mi'a fī'l-tibb* [Livre des Cent (traités) sur la médecine], encyclopédie médicale qui servit probablement de modèle au plus célèbre de ses disciples, Ibn Sīnā (Avicenne). Ibn Yahyā al-Masīhī effectua également des travaux sur la variole et la peste. Par ailleurs, il s'intéressa à la philosophie, à la psychologie, et même à l'oniromancie (divination par les songes).

ABŪ'L-QĀSIM KHALAF IBN AL-ABBĀS AL-ZAHRĀWĪ ET L'ART DE LA CHIRURGIE

« [L'exercice de la chirurgie] exige qu'on connaisse à fond les fonctions de chaque organe, leur forme, leur consistance et leurs relations mutuelles, qu'on connaisse les os, les nerfs et les muscles, leur nombre et leur insertion […]. »
Abū'l-Qāsim al-Zahrāwī (vers 936-1013)

« L'ouvrier qui veut bien faire son travail doit commencer par aiguiser ses instruments. »
Confucius (vers 555-479 avant J.-C.)

Médecin et chirurgien, Abū'l-Qāsim Khalaf ibn al-Abbās al-Zahrāwī , l'Abulcasis des Latins (né vers 936/324 H. à Zahra, près de Cordoue, mort vers 1013/404 H. à Cordoue), fut l'une des plus grandes figures de la médecine médiévale, l'un des pères de la chirurgie et, sans conteste, le plus célèbre chirurgien arabo-musulman.

Considéré en son temps comme l'un des trois plus grands praticiens de l'histoire, avec Hippocrate (le père de la médecine grecque) et Galien (qui synthétisa toute la médecine antique), ce médecin à la cour du calife umayyade Al-Hakam II de Cordoue passe surtout pour être l'un des maîtres de la thérapeutique chirurgicale au Moyen Âge.

Al-Zahrāwī eut notamment le mérite d'avoir fait faire des progrès remarquables à la chirurgie[184] avec l'introduction de nouveaux instruments chirurgicaux, relativement performants et fiables, qui contribuèrent largement

à rendre les opérations chirurgicales plus sûres et moins pénibles. Par ailleurs, il développa considérablement la gynécologie et l'obstétrique, spécialités très peu mises en pratique par les Anciens et confiées en général à des sages-femmes ou à de simples matrones.

Al-Zahrāwī composa plusieurs ouvrages de médecine, dont son monumental *Kitāb al-tasrīf li-man ajiza an al-ta'līf* [Livre de la concession pour celui qui ne pourrait composer lui-même (un ouvrage)], dans lequel il exposa les différentes branches de la médecine à son époque et traita des principes généraux (éléments, humeurs, tempérament et anatomie), des symptômes et du traitement de plus de trois cents maladies (exposées dans un ordre naturel en allant de la tête aux pieds), de la pharmacologie (avec un inventaire alphabétique consacré aux simples et comportant de nombreux synonymes), des régimes alimentaires, de la chirurgie et des divers instruments opératoires utilisés. Il y établit, en outre, un modèle élevé d'éthique médicale tout en cherchant à dissocier nettement la pratique médicale de toutes considérations occultes, philosophiques et même religieuses. Toutefois, ce fut la dernière partie de cet ouvrage, consacrée à la chirurgie avec illustration des instruments, qui donna à Al-Zahrāwī sa renommée en Occident, car, traduite en latin dès le XIIe siècle par Gérard de Crémone sous le titre *Chirurgia* et plusieurs fois éditée, elle deviendra un classique de la médecine servant, des siècles durant, de manuel d'enseignement en Europe.

Dans cette traduction latine partielle du *Tasrīf*, on distingue trois parties. La première traite de la cautérisation et précise les divers cas (complications chirurgicales, apoplexie, épilepsie, hémorragie artérielle…) où il est conseillé d'y recourir. La deuxième partie a trait aux interventions chirurgicales nécessitant l'usage du bistouri, à la chirurgie oculaire et dentaire, aux méthodes de traitement des blessures, aux nombreuses sutures possibles et à l'obstétrique. Enfin, la troisième partie concerne essentiellement les fractures et les luxations, mais également quelques développements se rapportant à la gynécologie. Al-Zahrāwī décrit, figures à l'appui, les quelque deux cents instruments chirurgicaux (bistouri, scalpel, spatule, ciseaux, pincettes, crochets, vrille…) dont il se sert et que, pour une bonne part, il inventa ou fabriqua lui-même.

Il définit, par ailleurs, plusieurs maladies dont l'hémophilie (affection héréditaire liée au sang), la tuberculose des vertèbres[185], et expose de nombreuses opérations en se fondant largement sur des expériences personnelles : cautérisation[186] et suture des plaies, ligature des artères lors des amputations, dissections et vivisections, destruction des calculs de la vésicule, de l'uretère et de la vessie[187], excision des varices, sectionnement des amygdales, ablation de nombreuses tumeurs, amputation, trépanation, etc. Pour ne citer que l'amputation, qui s'effectuait à l'époque dans le cas d'une gangrène (ou à la suite de fractures multiples), il la déconseillait formellement si la gangrène s'était

propagée au-dessus du genou et du coude, car l'acte chirurgical serait alors voué à l'échec. Il insistait particulièrement sur la nécessité d'étudier l'anatomie : « La raison pour laquelle notre époque ne connaît que peu de bons chirurgiens est que l'exercice d'un tel art exige de patientes et longues études préliminaires de la science anatomique, exige qu'on connaisse à fond les fonctions de chaque organe, leur forme, leur consistance et leurs relations mutuelles, qu'on connaisse les os, les nerfs et les muscles, leur nombre et leur insertion. »

Al-Zahrāwī fut aussi un pionnier dans de nombreux domaines tels que l'ophtalmologie, l'oto-rhino-laryngologie, l'urologie, l'obstétrique et l'orthopédie. En effet, il pratiquait les cautères, procédait à des sutures, opérait du goitre, du mal de Pott, de la fistule et de la hernie, extirpait les polypes et savait pratiquer avec succès la trachéotomie. À propos de cette dernière intervention, qui comportait de grands risques à l'époque, il rapporta le cas clinique suivant : « Une jeune domestique s'enfonça un couteau dans la gorge, sectionnant une partie de la trachée […]. Je mis la blessure à nu et trouvai qu'une petite hémorragie en était résultée. Je m'assurai que ni une artère ni une veine jugulaire n'avait été coupée, mais l'air passait à travers la blessure. Aussi ai-je suturé en urgence la blessure et je l'ai traitée jusqu'à la guérison […]. Aussi pouvons-nous dire que la laryngectomie [ablation du larynx] n'est pas dangereuse. » Il effectua les premières opérations du calcul de la vésicule biliaire, décrivit avec précision comment amputer et trépaner, et recommanda l'emploi des os de bœuf en prothèse dentaire et des boyaux de chat[188] en chirurgie abdominale. Par ailleurs, il contribua largement au développement de la gynécologie grâce à de nouvelles méthodes opératoires et à de nouveaux instruments. Il fut ainsi le premier à recommander pour l'accouchement, mais aussi pour toute intervention obstétricale, la position que l'on nomma par la suite « position Walcher », du nom d'un gynécologue allemand du début du xxe siècle : allongement sur le dos, jambes écartées et surélevées ; il mit également au point divers appareils gynécologiques. En outre, il fut le premier à préconiser, pour toutes les sutures et interventions chirurgicales pratiquées au-dessous du nombril, une position inclinée bien connue qui permet de mieux découvrir la cavité pelvienne. Enfin, il fut un remarquable clinicien, l'un des premiers à donner une bonne description de la lèpre.

Al-Zahrāwī serait aussi l'auteur d'un compendium d'agronomie, *Mukhtasar kitāb al-filāha*, récemment découvert. Quoi qu'il en soit, il est au moins établi qu'il fut un grand chimiste et qu'il conçut plusieurs méthodes de dissolution, notamment du vinaigre en vue de la préparation de l'alcool.

Son œuvre, plusieurs fois traduite et éditée, exerça une influence considérable sur la pratique chirurgicale et les études médicales européennes jusqu'au xvie siècle. Quant à son fameux *Tasrīf*, il passe pour être l'ouvrage fondateur de la chirurgie en tant que discipline distincte, quoique basée sur

l'anatomie. En effet, ses travaux sur la chirurgie et sur les instruments chirurgicaux, les diverses méthodes et techniques qu'il préconisa, les nombreuses opérations qu'il pratiqua et qu'il décrivit clairement demeurèrent durant des siècles à la pointe de la thérapeutique médicale comportant une intervention manuelle et instrumentale. C'est ainsi que l'anatomiste, physiologiste et savant suisse Albrecht von Haller (1708-1777) a pu affirmer, à propos d'Al-Zahrāwī, que « ses œuvres furent la source commune où puisèrent tous les chirurgiens antérieurs au XIVe siècle ».

La période s'étendant du début du Xe s./IVe H. à la fin du XIe s./Ve H. vit apparaître de nombreux médecins et pharmacologues arabes, notamment en Andalousie :

Arīb ibn Sa'd al-Kātib al-Qurtubī

Médecin et savant andalou (né vers 918/306 H. à Cordoue, mort vers 980/370 H., probablement à Cordoue). Il rédigea un traité de pharmacologie et surtout un important ouvrage d'obstétrique, *Kitāb khalq al-janīn wa tadbīr al-habala wa'l-mawlīd* [Livre de la création de l'embryon, de la grossesse et de la naissance], qu'il dédia au calife umayyade Al-Hakam II de Cordoue, dont il fut le secrétaire.

Abū'l-Mutarrif Abd al-Rahmān ibn Wāfid

Médecin et pharmacologue andalou (né vers 1007/398 H., mort vers 1074/467 H.). En matière de traitement, il prescrivait en général un régime diététique et recourait rarement aux médicaments, surtout composés. Il laissa plusieurs ouvrages, dont le *Kitāb fī'l-adwiya al-mufrada* [Livre sur les drogues simples] et le *Kitāb al-wisād fī'l-tibb* [Livre de chevet sur la médecine].

ABŪ ALĪ AL-HUSAYN IBN ABD ALLĀH IBN SĪNĀ ET LE SAVOIR MÉDICAL ET PHILOSOPHIQUE

« Un médecin ne doit jamais laisser paraître que son patient est condamné sans espoir. »
Abū Alī ibn Sīnā (980-1037)

« La philosophie fut renouvelée principalement par Aristote en langue grecque, puis par Avicenne en langue arabe. »
Roger Bacon (vers 1214-1294)

« La vie est courte, l'art lent, l'occasion fugitive, l'expérience trompeuse, et le jugement difficile. »
Hippocrate de Cos (vers 460-377 avant J.-C.)

Médecin et philosophe, Abū Alī al-Husayn ibn Abd Allāh, plus connu en Orient sous le nom d'Ibn Sīnā et en Occident sous celui d'Avicenna ou

Avicenne (né en 980/370 H. à Afshana, près de Boukhara, dans l'actuel Ouzbékistan, mort en 1037/428 H. à Hamadan, au nord-ouest de la Perse), fut, sans aucun doute, l'un des plus grands noms de la science et de la pensée arabo-musulmanes.

En Occident, Ibn Sīnā jouissait d'une telle réputation en médecine qu'on le surnomma « Prince des médecins », alors qu'en Orient il était plus célèbre comme *faylasūf* ou philosophe hellénisant, avec le titre honorifique d'*Al-Sheikh al-ra'īs* (le Maître par excellence).

Doté d'une intelligence et d'une mémoire exceptionnelles, il fit des études encyclopédiques, sa passion de la connaissance lui ayant ouvert toutes les branches du savoir. C'est ainsi que, partout où les sciences étaient à l'honneur, son nom brillait d'un éclat tout particulier, notamment en médecine. Ce penseur génial, l'un des phares intellectuels de tout le Moyen Âge, fut en effet non seulement un grand philosophe (l'un des introducteurs de l'aristotélisme dans la pensée arabe) et un éminent médecin (dont l'œuvre marqua toute la science et la pratique médicales), mais également un homme de science et d'action hors du commun.

Ibn Sīnā écrivit le début de son autobiographie, complétée par son disciple et ami Abū Ubayd al-Jūzajānī. Génie précoce, il passait pour avoir expliqué la logique à son propre maître ; en outre, dès l'âge de seize ans, il connaissait toute la médecine de son temps et, à dix-huit ans, il possédait toutes les sciences connues à son époque en s'affirmant déjà comme un médecin réputé pour l'efficacité de ses méthodes thérapeutiques. Il eut cependant de la peine à comprendre la *Métaphysique*, qu'il relut quarante fois jusqu'à savoir le texte par cœur et qu'il ne saisit finalement qu'à l'aide d'un commentaire d'Al-Fārābī, découvert par hasard. C'est ainsi que, selon ses propres termes, « les écailles lui tombèrent des yeux » et qu'il finit par comprendre Aristote et lui trouver une place de choix dans la vaste synthèse qu'il opéra. Cette synthèse débouchera sur des spéculations d'inspiration néoplatonicienne : le monde est l'effet éternel d'un Dieu éternel, absolument Un et dont émane la Première Intelligence.

À vingt-deux ans, après la mort de son père et du prince-mécène de Boukhara, Ibn Sīnā voyagea pour gagner sa vie à travers le Khurāsān et résida d'abord à Jurjān , où il donna des cours tout en commençant à rédiger son *Qānūn fī'l-tibb* [Canon de la médecine]. Puis, après un séjour à Rayy, il passa à Hamadan, dont le prince būyide Shams al-Dawla le nomma vizir (ministre), mais il se démit de sa fonction en raison de difficultés rencontrées avec les milices turques. Après avoir, par la suite, traité et guéri le prince, il accepta de nouveau et sur son insistance la charge de vizir. Au même moment, Al-Jūzajānī lui ayant demandé de composer un commentaire des œuvres d'Aristote, il inaugura à Hamadan un écrasant programme de travail : à la politique était consacrée la journée, et à la réflexion la nuit presque entière,

les disciples s'occupant de la rédaction et de la mise en ordre des feuillets. Il mena ainsi de front la rédaction du *Qānūn fī'l-tibb* et celles du *Kitāb al-shifā* [Livre de la guérison] et du *Kitāb al-ishārāt wa'l-tanbīhāt* [Livre des directives et remarques]. À la mort du prince Shams al-Dawla, la situation se détériora pour Ibn Sīnā, qui dut se résoudre à prendre secrètement contact avec le prince būyide d'Ispahan Alā al-Dawla pour lui offrir ses services, mais, découvert, il fut arrêté et emprisonné à la forteresse de Fardajān, près de Hamadan. C'est au cours de ce séjour forcé qu'il rédigea son « récit visionnaire » *Hayy ibn Yaqdhān* [Vivant fils du Vigilant]. Ayant réussi à s'échapper déguisé en soufi, il gagna Ispahan où il fut bien accueilli et bientôt nommé vizir par le prince Alā al-Dawla. À Ispahan aussi, il poursuivit le même programme de travail épuisant qu'à Hamadan : il parvint alors à achever son *Kitāb al-shifā* et son compendium, le *Kitāb al-najāt* [Livre du salut (de l'erreur)], tout en se consacrant à d'autres travaux médicaux et scientifiques et à ses fonctions officielles. Comme il était mêlé aux guerres d'Alā al-Dawla contre le Khurāsān, ses bagages furent saisis au cours d'une expédition et c'est ainsi que seuls quelques fragments du volumineux *Kitāb al-insāf* [Livre du jugement impartial] furent sauvés du pillage : Ispahan étant envahi par le sultan Mas'ūd ibn Mahmūd de Ghaznī, les livres d'Ibn Sīnā furent confisqués et livrés aux flammes.

Dans une période de grande instabilité politique, Ibn Sīnā mena une vie itinérante et agitée, entre plusieurs cours princières à travers la Perse et l'Asie centrale, alternant faveurs et disgrâces. Tantôt convoité par des princes rivaux, tantôt poursuivi par ses ennemis, jamais en sécurité, d'où ses multiples déplacements, il poursuivait néanmoins sans relâche la rédaction de ses ouvrages, écrivant au besoin à cheval ou en prison, mais toujours avec une rapidité surprenante.

Tandis qu'il accompagnait l'émir Alā al-Dawla dans une expédition militaire contre Hamadan, une grave affection intestinale dont il souffrait depuis longtemps tourna à la crise aiguë : il s'administra alors un traitement à si forte dose qu'une plaie se forma dans l'intestin, provoquant des spasmes épileptiformes. Arrivé à Hamadan, il sentit ses forces décliner et sa santé chanceler. Il eut alors le pressentiment de sa mort prochaine, fit ses ablutions rituelles, légua une partie de ses biens à ceux qu'il estimait avoir pu léser, fit distribuer aux pauvres d'abondantes aumônes et affranchit tous ses esclaves. On rapporta qu'il fit tapisser les murs de sa chambre mortuaire d'étoffes blanches et qu'il attendit la mort en récitant tous les trois jours le Coran en entier, qu'il savait par cœur depuis son enfance. C'est de cette façon édifiante que, en musulman pieux et repentant, il expira le vendredi 1er ramadan de l'an 428 H. (18 juin 1037), à l'âge de cinquante-sept ans.

Malgré les multiples tribulations, péripéties et autres vicissitudes d'une vie tenant largement du romanesque, cet insatiable assoiffé du savoir trouva

néanmoins le temps de composer environ deux cent cinquante ouvrages. On a pu considérer l'œuvre immense d'Ibn Sīnā comme le point culminant de l'histoire intellectuelle du Moyen Âge. En plus de la place éminente qu'il tient dans la médecine, Ibn Sīnā fut, selon Haïdar Bammate, le « principal organisateur de la scolastique [et donna] à cette philosophie toute sa plénitude et une expression ordonnée et complète ». Sa valeur scientifique, déjà considérable, est encore rehaussée par ses qualités littéraires, la plupart de ses ouvrages étant écrits dans un style remarquable, voire éblouissant.

Il fut l'auteur d'une œuvre monumentale, *Al-Qānūn fī'l-tibb* [Le Canon de la médecine], somme éclairée et ordonnée de tout le savoir médical et pharmacologique de son époque, dont l'influence au Moyen Âge éclipsa longtemps les œuvres d'Hippocrate, de Galien et des autres grands médecins, grecs et arabes. Plusieurs fois traduit en latin, ce chef d'œuvre comprenant tout le savoir médical gréco-arabe[189] fut le manuel de référence, tant en Orient qu'en Occident, jusqu'au XVIIe siècle.

L'ouvrage se compose de cinq parties (ou livres) : la première expose des généralités sur la science médicale (éléments, humeurs…), l'anatomie, les causes principales et les symptômes généraux des maladies, les thérapeutiques générales, l'hygiène ; la deuxième partie traite de la matière médicale et de la pharmacologie des médicaments simples d'origine animale, végétale et minérale, tout en complétant les écrits de Galien et de Dioscoride, et définit, en outre, tout un système de règles régissant l'observation et l'expérimentation ; la troisième partie étudie les maladies locales ou celles qui affectent en particulier telle ou telle partie (interne ou externe) de l'organisme ; la quatrième partie analyse les maladies qui n'affectent pas une partie spéciale de l'organisme, telles que les fièvres, la lèpre ou la variole, et traite également des signes, symptômes, diagnostics et pronostics, mais aussi de la petite chirurgie, des tumeurs, des pustules, des ulcères, des blessures, des fractures, des infections, des poisons et des cosmétiques ; enfin, la cinquième partie est consacrée à la pharmacopée des médicaments composés (électuaires, poudres et drogues sèches, potions, sirops et autres).

Ibn Sīnā définit ainsi l'objet de la médecine dans son *Qānūn* : « La médecine [*tibb*] est une science [*'ilm*] dans laquelle on étudie les états du corps humain, par rapport à ce qui est sain et ce qui ne l'est pas, dans le but de préserver la santé quand elle existe déjà et de la rétablir quand elle a été perdue. »

Après avoir déterminé les causes essentielles des maladies, Ibn Sīnā entreprend de décrire le contenu du système de la médecine : « Ayant traité des causes en général, nous en arrivons à ce dont traite la médecine : éléments, organes (l'anatomie), facultés (le système biologique) organiques, vitales ou nerveuses et les diverses fonctions qui s'y rattachent (la physiologie). Elle comprend aussi la description de la bonne santé, de la maladie et des états

intermédiaires, à quoi il faut ajouter celle des stimulants que sont la nourriture et la boisson, l'air, l'eau, l'habitat, l'âge, le sexe, etc. Il s'ensuit que la compétence du médecin s'étend aussi au choix d'un régime convenable, du type d'air, de repas, de médicaments et d'interventions nécessaires à la sauvegarde de la santé et au traitement de la maladie.» Il note par ailleurs que, malgré la diversité de ses éléments et organes, de ses systèmes (nerveux, physique et vital) et de leurs fonctions propres, le corps humain est unifié par une force ou esprit vital qui se distingue de l'âme, que l'on peut assimiler au concept moderne de métabolisme fondamental.

Un aide-mémoire destiné aux praticiens et conçu sous forme de poème, procédé mnémotechnique permettant de mieux fixer l'essentiel de la théorie et de la pratique médicales, connut une grande célébrité : il s'agit de l'*Urjūza fī'l-tibb* [Poème de la médecine], maintes fois traduit en latin, sous le nom de *Cantica Avicennae,* jusqu'au XVII[e] siècle.

L'apport original d'Ibn Sīnā fut considérable, car il ne se contenta pas de compléter les connaissances de ses prédécesseurs, notamment grecs et arabes; il apporta ses observations personnelles et sa propre expérience clinique. C'est ainsi qu'il fut le premier à décrire les différentes formes de méningite, à faire la distinction entre certaines maladies voisines comme la pleurésie, la pneumonie, la médiastinite et la péritonite, à différencier les symptômes des coliques intestinales et néphrétiques et à donner une description précise de nombreux médicaments. On lui doit aussi d'avoir reconnu le caractère contagieux de la phtisie (tuberculose pulmonaire) et la transmission des maladies par l'eau et la terre. Par ailleurs, rejetant certaines théories antiques préconisant le traitement des plaies par suppuration, il fut également le premier à prévenir précisément cette suppuration par l'application de compresses chaudes trempées dans du vin, procédé dont l'effet stérilisant fut remarquable. Il affirmait, en outre, qu'il peut y avoir ostéite ou inflammation des os, que la fièvre quarte de la malaria peut guérir l'épilepsie et que le cancer *(saratan)*, tumeur qui augmente progressivement de volume, étend de manière destructice des racines qui envahissent les tissus avoisinants.

À cet égard, un spécialiste arabe contemporain[190] fait cette énumération : description des tumeurs du cerveau, de la pleurésie, de la méningite, de l'hémiplégie, de l'apoplexie, du diabète, des ictères, de la sciatique; cure en montagne pour les pulmonaires; régimes alimentaires («un seul repas par jour») et physiologie de la digestion; eaux thermales; hygiène par le sport; médecine psychosomatique *(ilāj nafsāni)* et détection des mensonges ou des émotions par la prise du pouls; usage des euphorisants *(mufarrih al-nafs).* En outre, et comme Al-Rāzī auparavant, Ibn Sīnā recommande au médecin d'entretenir chez son patient l'espoir de la guérison, même quand l'issue semble fatale, déclarant : «Un médecin ne doit jamais laisser paraître que son patient est condamné sans espoir.»

En philosophie, Ibn Sīnā tenta d'associer philosophie grecque, sagesse orientale et spiritualisme islamique. Son œuvre paraît moins consistante que son œuvre médicale, pour avoir été mutilée par la disparition de nombreux écrits. C'est ainsi que l'on ne possède plus que des fragments du *Kitāb al-insāf* [Livre du jugement impartial (entre Orientaux et Occidentaux)], une partie du *Mantiq al-mashriqiyyīn* [Logique des Orientaux], qui se présente comme la Logique de sa *Hikma mashriqiyyā* [Philosophie (ou sagesse) orientale]. Toutefois, son ouvrage majeur, l'important *Kitāb al-shifā* [Livre de la guérison] – dont il extraira le *Kitāb al-najāt* [Livre du salut] – fut sauvé en totalité, de même que son autre ouvrage majeur le *Kitāb al-ishārāt wa'l-tanbīhāt* [Livre des directives et remarques], ainsi que le *Dānish-nāma'i Alā'ī* [Livre de science pour Alā], résumé en persan de sa doctrine à la demande de l'émir Alā al-Dawla d'Ispahan.

La fécondité de sa pensée est surtout éclatante dans son *Kitāb al-shifā*, ouvrage encyclopédique traitant de la « guérison des âmes » et conçu comme symétrique à son *Qānūn fī'l-tibb* (qui traite, lui, de la guérison des corps), et dans lequel Ibn Sīnā systématisa et exposa tout le savoir philosophique gréco-arabe de son époque. Il y dressa l'inventaire des sciences en se confinant surtout aux sciences rationnelles *(al-'ulūm al-'aqliyya).* C'est ainsi que, dans sa classification, il distingua les sciences philosophiques, dont la logique et la métaphysique, les sciences humaines, les sciences pures, appliquées et naturelles, les sciences de l'astronomie, de l'économie. Il y traita également de poésie, de linguistique et de musique. La traduction en latin de cette œuvre monumentale, à la fin du XIIe s./VIe H., à Tolède, eut une telle influence en Occident que l'on parla d'un « avicennisme latin ».

En logique, Ibn Sīnā fut particulièrement novateur pour avoir opéré une distinction nette entre sens strict et sens concret (sens lié aux conditions de réalisation d'une chose), assouplissant ainsi les cadres aristotéliciens vers une logique de l'expérience. En outre, la connaissance logique ayant pour lui une portée à la fois physique et métaphysique, il distingua fondamentalement entre l'objet premier de l'intellect, qui est l'individu du concret, existant, et son objet second, qui est notre connaissance du réel. Chaque individu, étant singulier, est objet de la science ; en revanche, toute idée générale étant universelle, la logique, cet « universel outil de vérité », s'intéresse aux *universaux,* c'est-à-dire aux concepts ou termes généraux permettant de classer les êtres et les idées.

En métaphysique, la pensée d'Ibn Sīnā, modelée par Aristote, Al-Fārābī et Plotin, s'attacha à la séparation ontologique entre l'*existant,* être concret et premier objet de l'intellect, et l'*essence,* mode du connaître, notion essentielle et objet de la logique. Métaphysicien dans l'âme – il fut surnommé « Philosophe de l'être »–, mais homme vivant dans le concret, il tenta de comprendre les *essences* dans leur état réalisé, ce qui lui valut également le titre de « Philosophe

de l'essence». Pour lui, chaque notion universelle correspond à une réalité mentale appelée *essence* ou *nature,* déterminée de façon spécifique et exprimant le réel dont la pensée l'abstrait, l'essence de l'âme étant autre que celle du corps, âme et corps étant donc distincts. De par la nécessité de son contenu propre, chaque essence est «quelque chose» possible mais qui ne peut pas exister si quelque cause ne la rend nécessaire. Ces essences, dont la distinction équivaut à une division des êtres, constituent l'objet de la métaphysique ou connaissance des définitions. Toute la métaphysique d'Ibn Sīnā s'ordonne donc autour du double problème de l'origine de l'être et de sa transmission à l'essence réalisée individuellement.

Par ailleurs, Ibn Sīnā fut l'un des premiers penseurs arabo-musulmans à rechercher la certitude dans la connaissance intérieure et à affronter le difficile problème de la conscience de soi et de ses multiples implications. La première certitude pour lui est celle de l'être, pouvant être saisie à travers les perceptions sensibles. Pour la seconde certitude, l'être saisi dans l'homme et en toute chose existante ne s'y trouve pas nécessairement, car l'essence de l'homme, de l'animal et de la chose n'implique pas nécessairement que tel homme, tel animal, telle chose existe. L'existence est donnée aux êtres réalisés par un Être différent de tous les autres êtres et dont l'essence est son être même.

Une interprétation libre d'Aristote et de Plotin fournit à Ibn Sīnā sa théorie de la création des formes par émanation, qu'il chercha difficilement à accorder avec sa foi. Pour lui, l'Être nécessaire est créateur et l'être émane de lui, à travers des intermédiaires, créateurs eux aussi. Sa pensée repose sur une construction spéculative particulièrement subtile : la création consiste dans l'acte même de la pensée divine se pensant elle-même, et cette connaissance que l'Être divin a éternellement de soi-même n'est autre que la Première Émanation ou la Première Intelligence *('Aql awwal),* médiatrice de l'Un au Multiple. Cette Première Intelligence engendre une Deuxième Intelligence, laquelle à son tour, par contemplation nécessaire, engendre la Troisième Intelligence ou Première Âme. De contemplation nécessaire en contemplation nécessaire, une double hiérarchie se met en place : celle, supérieure, des Dix Intelligences appelée *Karūbīyūn* [Chérubins] ou Anges sacro-saints *(Mala'ikat al-quds*) et celle, inférieure, des Âmes célestes, motrice des cieux, appelée Anges de la magnificence *(Mala'ikat al-izza*). Cette série d'actes de pensée ou de contemplation fait en quelque sorte de la cosmologie une phénoménologie de la conscience angélique. En vertu du principe selon lequel «de l'Un ne peut procéder que l'Un», il est nécessaire que ce soit l'Un qui, par engendrements successifs, fasse exister le monde.

Quant à l'homme, il a besoin de la médiation d'une de ces Âmes célestes, la Dixième Intelligence appelée Intelligence agente ou active *('Aql fa'āl)* – Intelligence séparée du monde sensible et donc transcendante –, pour pouvoir être illuminé de connaissance. Cette Intelligence agente engendre

l'Intellect agent[191] ou actif qui régit le monde terrestre et qui, unique pour tout le genre humain, se fragmente entre toutes les âmes humaines en une infinité d'intellects possibles en chaque individu. Or, il y a dans chaque âme un intellect apte à recevoir les formes intelligibles, abstraites, de la réalité, d'où le caractère métaphysique de l'épistémologie d'Ibn Sīnā : la science est possible parce qu'il existe un seul Intellect agent pour toute l'espèce humaine. Parmi les autres doctrines originales d'Ibn Sīnā, il convient de mentionner la division de l'être en nécessaire par soi (et donc sans cause, qui, en vertu de sa propre essence, ne peut pas ne pas exister) et en contingent ou possible par soi (Dieu étant cause première de toute création et suprême connaissance). Tout ce dont nous avons la perception existe mais pourrait parfaitement ne pas exister. Toutefois, l'ensemble des êtres contingents, pour exister comme produit par une cause, doit se rattacher à un Être nécessaire, à savoir Dieu, cas unique où l'essence englobe l'existence et de qui émanent les possibles et l'Univers en entier.

On a beaucoup étudié et commenté la théorie de la connaissance d'Ibn Sīnā, théorie solidaire de sa métaphysique des essences et découlant de la théorie générale des Intelligences hiérarchisées. Ibn Sīnā avait une doctrine émanatiste, mais, l'intellect humain se trouvant au bas de l'échelle des esprits purs, la connaissance parfaite est impossible à l'homme. Les saints et les sages peuvent parvenir à la perfection prophétique par l'ascèse et par des exercices spirituels. Ainsi, les grands axes de la pensée philosophique d'Ibn Sīnā peuvent se résumer comme suit : monisme de l'être, immortalité de l'âme, éternité du monde[192], connaissance divine par les causes universelles, déterminisme de l'existence et appartenance de l'esprit humain au monde du pur intelligible.

Dans un autre ouvrage dont il ne reste que quelques fragments, d'inspiration plus mystique, contemplative et ésotérique, Ibn Sīnā aurait exposé une philosophie orientale ou « sagesse orientale », qui représenterait sa véritable doctrine, rassemblerait « les principes de la science vraie que découvre par une recherche exhaustive et une réflexion prolongée celui qui n'est point dénué d'une intuition intellectuelle fine[193] ». En somme, le *Kitāb al-shifā* et le *Kitāb al-najāt,* consacrés à la philosophie rationaliste, n'auraient été que des ouvrages destinés au commun, tandis que la « philosophie orientale », spiritualiste et gnostique, serait celle de l'élite. L'idée la plus précise de cette « philosophie orientale » est à rechercher dans ce qui a survécu de ses commentaires sur la pseudo-*Théologie d'Aristote*. Aussi, le *Qissat Hayy ibn Yaqdhān* [Récit du Vivant fils du Vigilant (ou du Veilleur)] relate sur un mode autobiographique son voyage vers un Orient mystique, monde de la Lumière, en compagnie de l'Ange illuminateur. *Hayy ibn Yaqdhān* est, en effet, le nom propre de l'Intellect agent : « Vivant », car Ibn Sīnā place la perfection de la vie dans l'intelligence et dans l'action, « fils du Vigilant (ou du Veilleur) », parce qu'il émane de l'avant-dernière Intelligence pure, qui ne connaît ni sommeil ni manque

d'attention. Enfin, il semble définitivement établi de nos jours qu'Ibn Sīnā fut le véritable auteur des célèbres *Fusūs al-hikma* [Gemmes de la sagesse] d'inspiration mystique, longtemps attribués à Al-Fārābī.

La pensée philosophique d'Ibn Sīnā, introduite en Europe à travers les traductions latines, exerça une influence si profonde qu'A. M. Goichon a pu noter : « Il est l'une des quelques très hautes autorités auxquelles l'Occident se réfère, après saint Augustin, Aristote, Boèce et saint Jean Damascène[194]. Sans doute, il a été discuté et réfuté ; pourtant, son influence est telle que nul ne peut déterminer ce qu'aurait été la pensée occidentale au Moyen Âge si elle ne l'eût connu. » Ibn Sīnā tenta de concilier le dogme avec un rationalisme teinté de néoplatonisme, mais sa position sur certaines questions fondamentales concernant la nature de la religion et les rapports de Dieu et du monde lui attira les foudres des penseurs religieux orthodoxes, tant en Orient qu'en Occident. Il fut probablement le plus illustre des *falāsifa,* celui qui marqua le plus la pensée philosophique arabo-musulmane et suscita des commentaires favorables autant que des oppositions acharnées, mais, jusqu'à nos jours, il conserve des disciples fidèles, notamment dans les milieux chiites imamites de l'Iran. Il fut étudié à fond par certains théologiens du *kalām,* dont Fakhr al-Dīn al-Rāzī et le théologien dogmatique Ibn Taymiyya, qui s'attacha à invalider systématiquement la logique grecque et les thèses majeures des philosophes hellénisants, Al-Fārābī et Ibn Sīnā en tête. Sa pensée fut également combattue par l'éminent théologien Al-Ghazālī, au nom de la primauté du dogme sur la philosophie, et par Ibn Rushd, qui critiqua surtout ses penchants néoplatoniciens.

En mathématiques, Ibn Sīnā introduisit un résumé des *Éléments* d'Euclide dans son *Kitāb al-shifā,* rédigea des opuscules d'arithmétique où il exposa les propriétés des nombres, les rapports, les proportions et où il expliqua et fit connaître la preuve par neuf. En outre, il effectua quelques travaux remarquables sur les figures géométriques simples et les rapports des sphères, appliqua les mathématiques à la physique et, surtout, aborda l'étude des grandeurs infiniment petites bien avant la découverte, au XVII[e] siècle, du calcul infinitésimal par l'Anglais Newton et l'Allemand Leibniz.

En astronomie, il traita de « l'état des observations générales par lesquelles on connaît les lois de la configuration céleste et la détermination des mouvements célestes » dans son *Dānish-nāma* [Livre de science] et effectua quelques travaux à l'observatoire astronomique que lui construisit à Hamadan l'émir Alā al-Dawla d'Ispahan. Ses incessants déplacements l'ayant empêché de se consacrer suffisamment à l'observation des astres, il parvint toutefois, avec son disciple Abū Ubayd al-Jūzajānī, à mettre au point quelques méthodes et instruments nouveaux en astronomie.

En physique, récusant l'idée aristotélicienne d'une action propulsive du milieu, Ibn Sīnā élabora une doctrine sur l'acquisition d'énergie par le

mouvement, dans les cas notamment du mouvement naturel et du mouvement violent. Ibn Sīnā considérait l'*impetus* comme une qualité propre du corps en mouvement, susceptible d'accroissement ou de diminution, et affaiblie par la résistance du milieu. Cette doctrine, qui sera approfondie par la suite, permit de comprendre la théorie de l'*impetus* dans le développement de la dynamique et de l'étude du mouvement durant la Renaissance. Par ailleurs, il étudia le problème de la vision, mais en termes aristotéliciens, et écrivit sur la science des poids.

En chimie, dans son *Qānūn fī'l-tibb* et son *Kitāb al-shifā,* Ibn Sīnā traita de la classification des métaux et des minéraux tout en décrivant comment ils furent formés. Il eut l'intuition de relever l'erreur commise par les alchimistes en confondant les propriétés fondamentales des choses et les qualités apparentes à nos sens, et, bien qu'acceptant les concepts alchimiques de mercure et de soufre, il s'éleva avec vigueur contre la théorie de la transmutation des métaux en or. Il écrivit cependant sur les élixirs et sur quelques autres sujets liés à l'alchimie, mais jamais sur l'alchimie proprement dite, dont il dénonça le caractère ésotérique et irrationnel.

En sciences naturelles, Ibn Sīnā traita dans son *Kitāb al-shifā* de la géologie – dont il fut l'un des fondateurs – et de ses branches annexes : minéralogie, pétrographie, stratigraphie, sédimentologie, paléontologie. Il fit observer que les météorites sont des fragments de corps célestes qui tombent sur la Terre, que les séismes modifient le relief terrestre, que des terres étaient jadis immergées comme l'atteste la présence de coquillages marins au sommet des montagnes et que des coupes de terrain sédimentaire font voir des strates superposées à travers les âges. Dans son *Qānūn fī'l-tibb,* il traita de taxinomie botanique et procéda à la classification de plusieurs centaines de plantes en s'intéressant particulièrement à l'étude des feuilles et des fruits, aux conditions physiques et climatiques de leur germination, à leur sélection, mais aussi à la phytopathologie et à l'horticulture.

L'œuvre d'Ibn Sīnā fut donc immense et exerça une influence considérable et durable sur la pensée philosophique et scientifique, tant en Orient qu'en Occident. Ses principaux ouvrages, le *Kitāb al-shifā* et le *Qānūn fī'l tibb,* traduits en latin dès le XIIe siècle, par l'Italien Gérard de Crémone et l'Espagnol Domingo Gonzalez (surnommé Gondisalvi), connurent par la suite de nombreuses autres traductions latines, faisant de lui un maître incontesté en philosophie et en médecine, ainsi qu'en sciences naturelles.

Ce fut grâce à son œuvre et à celle d'Ibn Rushd que la pensée grecque en général et celle d'Aristote en particulier furent introduites en Europe. À ce titre, il fut l'un des maîtres les plus influents de la scolastique, et si l'Allemand Albert le Grand (mort en 1280) développa la philosophie des universaux, devenue par la suite le centre des réflexions de cette scolastique, ce fut surtout grâce à Ibn Sīnā, qui apporta une synthèse entre les idées de Platon et celles d'Aristote, sa tentative d'accorder philosophie et foi répondant à un

ardent désir des scolastiques. C'est ainsi que l'Italien Thomas d'Aquin, dont l'œuvre contient plus de deux cent cinquante citations d'Ibn Sīnā, intégrera à la théologie chrétienne la pensée avicennienne, en particulier la distinction entre l'essence et l'existence, qui deviendra l'une des bases de la doctrine thomiste. On rapporte, par ailleurs, que le philosophe et médecin portugais Pierre de Julien, futur pape Jean XXI (mort en 1277), enseignait une théorie de la connaissance où Ibn Sīnā était préféré à Aristote.

Mais c'est en médecine que l'influence d'Ibn Sīnā fut particulièrement importante. En Occident, il présida aux destinées de la médecine pendant près de cinq siècles. L'enseignement et la pratique de cette science furent largement fondés sur son œuvre, notamment sur son *Qānūn* [Canon], ouvrage abondamment traduit en latin et en hébreu, qui fut probablement le plus étudié et le plus commenté de l'histoire de la médecine. Ce remarquable ensemble didactique figurait dans le plus ancien programme connu (par bulle du pape Clément V datée de 1309) de l'enseignement donné à la célèbre faculté de Montpellier. En Orient, la médecine et la philosophie d'Ibn Sīnā sont restées vivaces jusqu'à nos jours. Son autorité y fut telle que l'application rigoureuse de ses prescriptions hygiéniques et épidémiologiques conduisirent à l'aménagement de certains hôpitaux – ceux du Caire en particulier –, avec des salles individuelles pour les patients atteints de certaines maladies (fièvres, maladies des yeux, maladies gynécologiques…). Quant aux médecins arabes, ils furent pratiquement tous redevables, voire tributaires d'Ibn Sīnā, même s'il leur arrivait de le discuter, corriger et compléter.

ABŪ MARWĀN ABD AL-MALIK IBN ZUHR ET L'ART DE LA MÉDECINE

«Que de fois les médecins ont prêté main-forte aux facteurs de mort !»
Abū'l-Alā Zuhr (vers 1050-1130)

«… [Ibn Zuhr], le plus grand médecin de l'histoire après Galien.»
Abū'l-Walīd ibn Rushd (1126-1198)

«Chaque fois que vous pouvez soigner grâce à
un simple régime alimentaire, ne prescrivez
pas de médicament, et chaque fois qu'un remède banal
peut suffire, n'en prescrivez pas de plus complexe.»
Abū Bakr al-Rāzī (vers 865-925)

Médecin et érudit, Abū Marwān Abd al-Malik ibn Zuhr, plus connu sous le nom d'Abū Marwān ibn Zuhr, l'Abhomeron Avenzoar des Latins du Moyen Âge (né vers 1090/483 H. près de Séville, mort vers 1161/556 H. à Séville), fut l'une des figures les plus éminentes de la médecine arabe médiévale.

Issu d'une célèbre famille de médecins et d'érudits sévillans, Ibn Zuhr suivit auprès de son père, grand médecin lui-même, de solides études de

médecine et reçut, par ailleurs, une excellente formation religieuse, littéraire et juridique. Son immense érudition lui valut le surnom d'Al-Hakīm (le Sage). Il se classe incontestablement parmi les plus grands médecins de l'Andalousie, avec notamment Al-Zahrāwī (Abulcasis), Ibn Rushd (Averroès) et Ibn Maymūn (Maïmonide). Il aurait appris la médecine à Ibn Rushd, qui le considérait comme « le plus grand médecin de l'Histoire après Galien », et aurait lié connaissance avec Ibn Tufayl, une des grandes figures intellectuelles de son époque. Il servit la dynastie des Almoravides[195] (Al-Murābitūn), qui le combla d'honneurs et de faveurs, et dédia son *Kitāb al-iqtisād* [Livre de la nécessité] au souverain almoravide Alī ibn Yūsuf ibn Tāshfīn. Plus tard, il connut à Marrakech, pour des raisons restées inconnues, la disgrâce et la prison avec l'émir Ibrāhim ibn Yūsuf ibn Tāshfīn, frère du souverain. Sous le règne des Almohades[196] (Al-Muwahhidūn), le nouveau souverain Abd al-Mu'min le prit à son service comme médecin personnel et le nomma vizir.

Ibn Zuhr succomba à une *naghla,* « verrue sénile à dégénérescence maligne », qu'il tenta vainement de guérir. On rapporte à ce propos que, ayant prédit à un confrère qu'il mourrait d'une attaque convulsive *(shanāj)* parce qu'il mangeait trop de figues, l'autre lui répliqua qu'il serait emporté par une *naghla* parce qu'il n'en mangeait pas assez. Les deux pronostics se vérifièrent.

Grâce à son œuvre et à sa personnalité, Ibn Zuhr se distingua nettement des médecins de son temps, notamment par une haute idée de la pratique médicale, un sens clinique très aigu fondé sur sa propre expérience et une grande indépendance d'esprit. L'un de ses principaux mérites fut d'avoir soumis la médecine à l'observation scientifique et à l'expérimentation (on rapporte qu'il pratiqua la trachéotomie sur des chèvres avant de préconiser cette intervention sur l'homme). En outre, il fut probablement le premier à associer à l'étude de la médecine celle de la chirurgie et de la pharmacologie. Cet excellent médecin et éminent praticien a pu être comparé à Al-Rāzī (Rhazès) et à Ibn Sīnā (Avicenne). Il fut ami et probablement maître du grand Ibn Rushd (Averroès), et ils composèrent ensemble une encyclopédie générale de médecine, Ibn Rushd traitant des généralités dans ses *Kulliyāt* et Ibn Zuhr développant des applications et des cas particuliers dans son *Taysīr.*

Ses ouvrages, qui dénotaient une bonne connaissance de l'anatomie, furent au nombre de six, dont il ne reste plus que trois. Dans le *Kitāb al-iqtisād fī islāh al-anfūs wa'l-ajsād* [Livre de la nécessité pour la confortation des âmes et des corps], il distingua d'abord thérapeutique *(tibb)* et prophylaxie *(rutba),* puis médecine du corps et médecine de l'esprit. Il fit état, ensuite, des trois âmes : rationnelle dans le cerveau, animale dans le cœur, naturelle dans le foie (les deux dernières étant, en principe, subordonnées à la première). Enfin, il passa méthodiquement en revue les traitements des différents organes, la description des maladies étant sacrifiée aux indications thérapeutiques.

Dans son ouvrage majeur, *Taysīr fī'l-mudāwāt wa'l-tadbīr* [Manuel pratique des traitements et des régimes] suivi d'un formulaire, le *Jāmī',* il révéla ses remarquables aptitudes d'anatomiste, de pathologiste et de clinicien, et ce livre allait devenir par la suite un véritable *vade-mecum* du médecin. Dans cette œuvre capitale, Ibn Zuhr étudia, à la demande d'Ibn Rushd, chaque maladie au point de vue étiologique, sémiologique et thérapeutique. Il y aborda « de la tête aux pieds » l'étude descriptive des différentes affections et de leurs traitements. Ses observations et ses expériences personnelles l'amenèrent à des vues originales, dont la description des tumeurs du médiastin et celle de l'inflammation du péricarde qu'il fut le premier à signaler. Il traita, par ailleurs, des lésions et érosions intestinales, de la paralysie du pharynx, de l'otite moyenne, et fut également l'un des premiers, sinon le premier, à préconiser la trachéotomie, ainsi que l'alimentation artificielle par l'œsophage ou le rectum au moyen d'une sonde. En outre, il décrivit avec précision l'agent de la gale *(Sarcoptes scabiei)* et prescrivit un traitement particulièrement efficace contre la sciatique. Il étudia également les paralysies du larynx, les maladies liées au cerveau et au névraxe en général, ou axe cérébro-spinal (migraine, tremblements, épilepsie, convulsions, coma, apoplexie, hydrocéphalie), les fractures et luxations, et, enfin, il donna des indications précises sur le traitement de la phtisie, de l'angine et de l'aphonie. Pour Ibn Rushd, le *Taysīr* est le meilleur de tous les ouvrages traitant de thérapeutique et, tout en relevant sa valeur d'application pratique, il souligne le caractère de la médecine d'Ibn Zuhr, qui est moins une science générale qu'un art, certes pertinent, de guérir (sur ce point, il manqua d'originalité et ne fit que reprendre, en gros, le système de Galien). L'ouvrage fut traduit en latin, à la fin du XIIIe siècle, sous le titre *De regimine sanitatis*.

Le *Kitāb al-aghdhiya* [Livre des aliments], célèbre traité de diététique, peut être considéré comme le premier ouvrage scientifique sur le régime alimentaire. Ibn Zuhr y traite des différents régimes alimentaires, des condiments, des préparations culinaires et des boissons, mais aussi des médicaments et des règles d'hygiène.

L'adresse et la perspicacité de ce grand médecin furent particulièrement connues et appréciées à son époque[197], tant par ses patients que par ses confrères.

De nombreux médecins se distinguèrent par leurs travaux pendant l'époque d'Ibn Zuhr, dont :

Abū'l-Alā Zuhr ibn Abd al-Malik

Médecin et érudit, l'Albuleli du Moyen Âge latin, père d'Abū Marwān ibn Zuhr (mort vers 1130/525 H. à Cordoue). Il fut le médecin et le conseiller du grand souverain almoravide Ali ibn Yūsuf ibn Tāshfīn et rédigea plusieurs

ouvrages, en particulier des traités de pharmacologie, des écrits polémiques et des opuscules sur des questions médicales précises, mais il dut surtout sa renommée à ses remarquables qualités de praticien. Il avait notamment la réputation d'établir son diagnostic sur la base du seul examen du pouls et des urines, sans questionner ses patients. Il recommandait aux médecins de prendre toutes les précautions dans l'emploi des médicaments, en veillant à leur dose et au suivi des effets du traitement prescrit. C'est ainsi que dans son *Tadhkira* [Rappel], où il exposa l'idéal du praticien et l'art de soigner, il nota, amer : « Que de fois les médecins ont prêté main-forte aux facteurs de mort ! »

ALĀ AL-DĪN ABŪ'L HASAN ALĪ IBN AL-NAFĪS ET LA CIRCULATION PULMONAIRE

« Pour décrire l'usage d'un organe, nous nous basons sur une observation scrupuleuse et une étude honnête, sans nous demander si elles correspondent ou non aux théories de nos prédécesseurs. »
Abū'l-Hasan ibn al-Nafīs (1210-1288)

« Si profond que soit notre respect pour Galien, nous préférons en croire nos propres yeux… »
Abd al-Latīf al-Bagdadī (1162-1232)

« Quiconque s'occupe de la science de l'anatomie accroît sa foi en Dieu. »
Abū'l-Walīd ibn Rushd (1126-1198)

Médecin et érudit, Alā al-Dīn Abū'l-Hasan Alī, plus connu sous le nom d'Ibn al-Nafīs (né vers 1210/607 H. à Damas, mort en 1288/687 H. au Caire), fut sans conteste l'un des plus éminents médecins et anatomistes arabes et un écrivain de grand talent.

Médecin-chef des hôpitaux du Caire, il devint célèbre par sa découverte de la petite circulation du sang ou circulation pulmonaire, découverte saluée par certains auteurs contemporains comme étant la seule, en anatomie, qui méritât d'être considérée comme majeure durant tout le Moyen Âge. Il décrivit en effet, pour la première fois, la circulation pulmonaire, idée proprement originale que ni Galien ni Ibn Sīnā, dont il se considérait le disciple, n'avaient entrevue.

Cette remarquable avancée de la médecine effectuée par Ibn al-Nafīs fut probablement rendue possible par son style de travail : il choisit, dans ses recherches, d'interroger la nature seule, en se fondant sur une observation rigoureuse et scrupuleuse, ainsi que sur une démarche exempte de tout préjugé, sans se soucier des théories antérieures, fussent-elles celles des plus grandes autorités en la matière. C'est ainsi que, se basant sur les résultats de ses propres études et expériences, il put élaborer une véritable anatomie comparée. Par

ailleurs, il rédigea de nombreux ouvrages traitant de la médecine, de la logique, critiqua Galien et commenta nombre d'œuvres médicales.

Ibn al-Nāfīs étudia la médecine, notamment dans les ouvrages de Galien, d'Al-Rāzī et d'Ibn Sīnā, sous la direction du médecin-chef de l'hôpital Al-Nūrī, Muhadhdhab al-Dīn ibn Alī, plus connu sous le nom d'Al-Dakhwār (mort en 1230/628 H.). Outre la médecine, il s'intéressa également à la logique, à la grammaire, à la rhétorique et aux sciences islamiques.

Après ses études à Damas, il se rendit au Caire et y exerça dans les grands hôpitaux Al-Nāsirī et Al-Mansūrī, où il forma de nombreux médecins – dont le grand chirurgien Amīn al-Dawla ibn al-Quff (mort en 1286/685 H.) –, tout en dispensant des cours de logique et surtout de droit shāfi'ite à la *madrasa* Masrūriyya. Plus tard, en reconnaissance de ses remarquables aptitudes professionnelles et pour les éminentes contributions qu'il apporta à la médecine, il fut nommé chef des médecins d'Égypte et devint le médecin personnel du célèbre sultan mamelouk Al-Malik al-Zāhir Rukn al-Dīn, plus connu sous le nom de Baybars Ier. Ibn al-Nafīs fut assurément un homme comblé, car, outre l'immense prestige que lui valurent ses brillantes qualités intellectuelles, il amassa une grande fortune et se fit construire une somptueuse demeure au Caire, mais il légua tous ses biens, dont sa riche bibliothèque, à l'hôpital Al-Mansūrī. On rapporta que, dans ses ordonnances, « il ne prescrivit jamais un remède tant qu'il pouvait ordonner un régime alimentaire, de même qu'il ne prescrivit jamais un remède composé tant qu'il pouvait se contenter d'une drogue simple[198] ». Selon Max Meyerhof, « malgré ces idées modernes sur la thérapeutique et bien que ses admirateurs aient vu en lui un second Avicenne [Ibn Sīnā], Ibn al-Nafīs semble avoir été un théoricien savant plutôt qu'un praticien de la médecine, mais l'étendue et la profondeur de sa culture sont impressionnantes ».

Ce grand médecin, excellent philologue et parfait juriste de surcroît, fut un auteur fécond mais la plupart de ses œuvres furent perdues.

Al-Kitāb al-shāmil fī'l-tibb [Livre complet sur la médecine] est une véritable encyclopédie médicale qui devait comporter quelque quarante gros volumes, dont dix seulement furent achevés[199]. L'ouvrage traite notamment de la chirurgie, des techniques chirurgicales et des soins postopératoires, ainsi que de l'énoncé détaillé des devoirs du chirurgien et de ses relations avec les malades et le personnel médical.

Al-Kitāb al-muhadhdhab fī'l-kuhl [Livre approprié sur l'ophtalmologie] est un traité qui fut utilisé par la suite avec profit par plusieurs oculistes, et *Mūjiz al-Qānūn* [Abrégé du Canon] est un condensé du *Qānūn fī'l-tibb* [Canon de la médecine] d'Ibn Sīnā, exception faite des parties traitant de l'anatomie et de la physiologie. Ce manuel concis, particulièrement utile pour le praticien fut, de tous les écrits de l'auteur, celui qui connut le plus grand succès ; il fut traduit en persan, en turc et en hébreu, et fit l'objet d'une série de commentaires et de gloses.

En outre, Ibn al-Nafīs rédigea des commentaires médicaux, notamment sur les *Fusūl* [Aphorismes] et le *De natura hominis* [De la nature humaine] d'Hippocrate, sur les *Masā'il fī'l-tibb* [Questions sur la médecine] de Hunayn ibn Ishāq et surtout sur le *Qānūn fī'l-tibb* [Canon de la médecine] d'Ibn Sīnā. Ce fut dans ce dernier commentaire, intitulé *Sharh al-Qānūn,* qu'il procéda à une classification des matières médicales et qu'il regroupa, en les complétant et en les corrigeant, tous les passages relatifs à l'anatomie pour en faire un chapitre à part. Dans ce chapitre, copié maintes fois et qui avait fini par constituer un volume indépendant, il développa avec perspicacité sa remarquable théorie de la petite circulation du sang. Il convient de signaler qu'une théorie identique, formulée presque dans les mêmes termes, fut exposée trois siècles plus tard par le médecin, théologien et philosophe espagnol Michel Servet (1509-1553) et le médecin et anatomiste italien Realdo Colombo (1520-1560). Il semble ressortir d'une analyse philologique détaillée que ces deux médecins ont pu avoir accès directement à la théorie d'Ibn al-Nafīs, grâce à la traduction en latin de son célèbre commentaire d'Ibn Sīnā par le médecin et érudit italien Andrea Alpago (mort en 1520).

En 1924, dans sa thèse soutenue à l'université allemande de Fribourg-en-Brisgau, le jeune médecin égyptien Muhyī al-Dīn al-Tarawi établit, en se fondant sur un texte inédit du commentaire d'Ibn al-Nafīs sur l'anatomie d'Ibn Sīnā, que l'auteur y prenait le contrepied de Galien et d'Ibn Sīnā, et qu'il y avait décrit avec précision la petite circulation sanguine. Ainsi, Ibn al-Nafīs démontra, dès le XIII[e] s./VII[e] H., que le cœur fonctionne comme une pompe : une de ses deux parties reçoit le sang venant de l'organisme et l'autre partie le refoule dans les poumons. Il ne s'agit là de rien de moins que de la petite circulation du sang entre le cœur et les poumons ou circulation pulmonaire.

Cette importante découverte, totalement oubliée puis retrouvée au XX[e] siècle, s'inscrit entièrement en faux contre l'opinion selon laquelle la médecine arabe manquait d'originalité et imitait celle héritée des Anciens, des Grecs en particulier. Elle prouve, en effet, que les médecins et les savants arabes s'employèrent résolument à un examen critique, à une observation minutieuse et à une recherche exempte de toute idée préconçue. On retrouve la même attitude chez Ibn al-Nafīs, qui était loin de vénérer aveuglément ses maîtres, Galien en particulier, dont l'argumentation lui paraissait parfois faible et à qui il reprochait « une verbosité ne recouvrant que du vide ». Ibn al-Nafīs s'employa à formuler des jugements indépendants tout en exprimant clairement sa volonté de s'affranchir « du joug des vénérables conjectures de l'Antiquité ». C'est ainsi qu'il affirma : « Pour décrire l'usage d'un organe, nous nous basons sur une observation scrupuleuse et une étude honnête sans nous demander si elles correspondent ou non aux théories de nos prédécesseurs. » Faisant donc fi des opinions reçues, Ibn al-Nafīs préférait interroger

la Nature seule à l'instar d'Hippocrate, d'Al-Rāzī et ainsi que le fera plus tard William Harvey. Dans son *Mūjiz al-Qānūn,* il exposa une étude critique des travaux d'anatomie de Galien, et dans son commentaire sur le *Qānūn* d'Ibn Sīna, il écrivit : « Quand le sang a été raffiné dans le ventricule droit, il lui faut passer dans la cavité gauche, où se forme l'esprit vital. Cependant, il n'existe entre ces deux cavités aucun passage [...]. Donc ce sang, après avoir été raffiné, doit nécessairement passer dans la veine artérieuse, aller ainsi jusqu'au poumon, se répandre dans sa substance et s'y mélanger avec l'air pour que sa portion la plus subtile soit purifiée et puisse passer dans l'artère veineuse pour arriver dans la cavité gauche du cœur devenu apte à former l'esprit vital. »

Ce fut en Occident, après la traduction en latin au XVIe siècle de l'œuvre d'Ibn al-Nafīs, que sa découverte sortit de l'oubli pour inspirer aussitôt toute une série de recherches et d'observations en anatomie et physiologie de la circulation sanguine. C'est ainsi qu'après des recherches sur le cœur, ses vaisseaux et leurs mouvements, fondées sur la dissection de diverses espèces animales, l'Anglais William Harvey découvrit le mécanisme de la petite circulation sanguine (à travers les poumons) et de la grande circulation (à travers les autres organes) au début du XVIIe siècle.

Enfin, de ces écrits sur la logique, il ne reste plus que le *Kitāb al-wurayqāt* [Livre des feuillets], compendium de l'*Organon* et de la *Rhétorique* d'Aristote. Quant à ses nombreux ouvrages sur la grammaire et la rhétorique, ils furent tous perdus. Toutefois, son *Mukhtasar fī ʿilm usūl al-hadīth* [Abrégé sur la science des fondements des *hadīth*] et sa *Risāla fī'l-sīra al-nabawiyya* [Épître sur la biographie du Prophète] furent conservés.

Parmi les contemporains d'Ibn al-Nafīs, trois grands médecins méritent d'être mentionnés :

Abd al-Latīf ibn Yūsuf al-Bagdadī

Médecin et savant plus connu sous le nom d'Ibn al-Labbād (né en 1162/557 H. à Bagdad, mort en 1232/629 H. à Bagdad). Après des études au Caire, dans presque tous les domaines de connaissance accessibles à son époque, il se rendit à Jérusalem où il fit la connaissance du célèbre médecin et érudit Mūsā ibn Maymūn (surnommé Moïse Maïmonide,) et où il exerça comme médecin dans l'entourage du fameux sultan Salāh al-Dīn al-Ayyūbī (Saladin). Il composa de nombreux ouvrages sur divers sujets et enseigna dans presque toutes les grandes villes de l'Orient. D'une grande liberté d'esprit, il défendit avec passion tout ce qui était reconnu comme juste. C'est ainsi qu'en médecine, après avoir confronté certaines descriptions de Galien avec l'observation directe faite sur des ossements humains[200] et avoir décelé alors des erreurs anatomiques flagrantes, il déclara : « Si profond que soit notre respect pour

Galien, nous préférons en croire nos propres yeux [...]. Les preuves que nous fournissent nos sens sont beaucoup plus convaincantes que celles qui ne se fondent que sur l'autorité d'un homme [Galien].»

Muwaffaq al-Dīn Abū'l-Abbās Ahmed (surnommé Ibn Abī-Usaybi'a)

Médecin et biographe (né vers 1195/591 H. à Damas, mort vers 1270/668 H. à Sarkhad). Il pratiqua la médecine, surtout comme oculiste, dans les grands hôpitaux Al-Nūrī de Damas et Nāsirī du Caire, et rédigea de nombreux ouvrages de médecine, pour la plupart perdus de nos jours. Il fut élève des grands maîtres de son temps et notamment d'Ibn al-Baytār, qu'il accompagnait souvent dans ses excursions botaniques. Il dut sa renommée à ses *'Uyūn al-anbā fī tabaqāt al-atibbā* [Meilleures Informations sur les générations des médecins], célèbre recueil de trois cent quatre-vingts biographies de médecins qui retrace l'histoire de la médecine universelle depuis les temps les plus reculés jusqu'à l'époque de l'auteur.

Amīn al-Dawla Abū'l-Faraj ibn al-Quff

Médecin et chirurgien (né en 1233/630 H. à Karak, en Jordanie, mort en 1286/685 H. à Damas). Il composa de nombreux ouvrages de médecine, dont un manuel célèbre sur la chirurgie, *Umdat al-islāh fī amal sinā'at al-jarrāh* [Base pour l'amélioration des techniques chirurgicales], où il mit largement à profit son expérience de médecin militaire. Il rédigea également un traité sur la thérapeutique, *Al-Shāfī fī'l-tibb* [La Guérison en médecine], un compendium sur la conservation de la santé et le traitement des maladies, *Jāmi al-gharad fi hifdh al-sihha...* [Recueil de désirs pour la préservation de la santé...]. Il décrivit avec minutie et pour la première fois les capillaires, ces minuscules vaisseaux sanguins que le médecin et anatomiste italien Marcello Malpighi (1628-1694) étudiera quatre siècles plus tard, à l'aide du microscope. Il est également connu pour son explication précise de la fonction des valvules cardiaques. Avec Ibn al-Nafīs et son élève Ibn al-Quff, la médecine arabe atteignit de nouveaux sommets au XIIIe s./VIIe H.

ABŪ MOHAMMED ABD ALLĀH IBN AHMED IBN AL-BAYTĀR ET LA PHARMACOLOGIE BOTANIQUE

«Dieu n'a pas créé une quelconque maladie sur la terre
sans en créer le remède.»
Prophète Mahomet (vers 570-632)

«[Je ne rapporte] des théories des auteurs anciens et modernes
que ce dont mes observations et expériences personnelles
m'ont permis de vérifier l'exactitude […]»
Abū Mohammed ibn al-Baytār (vers 1195-1248)

«Celui qui se met en quête du savoir, doit [en plus de la lecture des textes]
suivre les voies de la nature pour la comprendre.»
Abū Yūsuf al-Kindī (vers 801-873)

Botaniste, pharmacologue et médecin, Abū Mohammed Abd Allāh ibn Ahmed ibn al-Baytār (né vers 1195/591 H. à Malaga, mort en 1248/646 H. à Damas), est généralement considéré comme l'un des plus grands botanistes et pharmacologues arabo-musulmans, sinon le plus grand[201].

Ibn al-Baytār (le Fils du Vétérinaire) fit ses études à Séville, où il eut des maîtres prestigieux, tel Abū'l-Abbās al-Nabātī avec qui il herborisa, comme il le rapporta lui-même dans ses écrits, et qui eut le mérite de transmettre ses méthodes de travail sur le terrain et sa passion de la botanique à cet élève brillant qui, par la suite, se consacrant totalement à l'observation et à l'expérience, procéda à l'inventaire complet des connaissances de son temps, qu'il enrichit de ses propres découvertes, notamment du point de vue de la thérapeutique. En 1220/617 H., il émigra en Orient et, après avoir traversé le Maghreb, il visita l'Asie Mineure et la Syrie avant de s'installer en Égypte, où il fut nommé «chef des herboristes» par le sultan ayyūbide Al-Malik al-Kāmil. Au Caire, il effectua de nombreuses excursions botaniques, puis s'installa à Damas, où il eut pour élève Ibn Abī Usaybi'a, avec qui il effectua aussi maintes herborisations. Il fit ainsi beaucoup d'excursions et de voyages d'études scientifiques au terme desquels il récolta de nombreuses plantes nouvelles ou mal connues dans les différents pays et contrées qu'il explora (Espagne, Maroc, Algérie, Tunisie, Libye, Égypte, Syrie, Arabie, Palestine, Liban, Iraq, Turquie…). Une de ses caractéristiques fut qu'il donna le nom des plantes récoltées dans la langue de chaque pays.

La sûreté et la rigueur des méthodes de travail d'Ibn al-Baytār sont particulièrement connues. À ce propos, son élève Ibn Abī Usaybi'a rapporta : «Au cours de ces promenades, il me citait volontiers des passages de Dioscoride […]. Chaque fois qu'il voulait me décrire l'aspect, les caractères distinctifs et le rôle particulier d'une drogue, il commençait par citer Dioscoride, puis rapportait ce que Galien en avait dit et finalement énumérait les remarques des médecins contemporains, relevant les points sur lesquels ils se trouvaient

en contradiction, ceux sur lesquels ils commettaient une erreur, enfin ceux sur lesquels des doutes subsistaient. Aussitôt de retour chez moi, je vérifiais ses dires dans les divers ouvrages cités pour m'apercevoir chaque fois qu'ils étaient parfaitement exacts… »

Ibn al-Baytār alliait, en effet, connaissances livresques et pratiques, rigueur scientifique et probité intellectuelle à un degré rarement atteint à son époque. En outre, il considérait la pharmacologie comme une science vivante dont il fallait veiller à asseoir le caractère expérimental.

Depuis l'Antiquité, l'arsenal de la pharmacie – la pharmacie galénique en particulier – était composé essentiellement d'extraits de plantes médicinales, leur analyse ayant permis d'en isoler les principes actifs. La masse des connaissances acquises en Andalousie sur les plantes médicinales et divers autres remèdes, à la suite des nombreuses études, observations et expériences qui y furent menées dès le xe s./ive H., permit d'enrichir considérablement cet arsenal, au point qu'Ibn al-Baytār fut conduit à procéder à l'inventaire méthodique de toutes les substances médicamenteuses nouvelles ou déjà connues à son époque. Avec lui, l'étude et la description des plantes à des fins thérapeutiques atteignirent un niveau d'excellence jamais atteint auparavant en botanique et en pharmacologie.

Parmi les œuvres d'Ibn al-Baytār conservées jusqu'à nos jours, le *Kitāb al-mughnī fī'l-adwiya al-mufrada* [Livre suffisant sur les remèdes simples], dédié au sultan ayyūbide Al-Sālih Ayyūb, étudie des simples appropriés à chaque maladie. Il traite en particulier des médicaments d'usage courant en médecine et des simples employés notamment pour les maladies des yeux et des oreilles, pour les fièvres, voire pour la cosmétique.

Dans le *Kitāb al-jāmi lī-mufradāt al-adwiya wa'l-aghdhiya* [Recueil des remèdes simples et des aliments], ouvrage capital dédié également au sultan Al-Sālih Ayyūb, Ibn al-Baytār présente, par ordre alphabétique, quelque mille quatre cents simples à usage médical et autres drogues d'origine végétale, animale et minérale, dont quatre cents nouvelles avec leur description complète, en se fondant sur ses propres observations et expériences. Dans ce recueil, où se trouve répertoriée toute la science pharmacologique de son temps accompagnée d'une critique détaillée, il recensa et consigna avec soin les noms, formules, modes d'emploi et succédanés des plantes. Il inclut également cent cinquante autorités en la matière, parmi lesquelles, outre les Grecs Dioscoride et Galien, les médecins et pharmacologues Al-Rāzī, Al-Bīrūnī et Ibn Sīnā, les géographes et botanistes Al-Bakrī et Al-Idrīsī, et enfin les botanistes Al-Ghāfiqī et Al-Nabātī. L'ouvrage, qui exerça une influence considérable, notamment en Orient, fut rédigé avec objectivité, méthode et clarté, et rien n'y fut mentionné qui n'eût été dûment vérifié, l'auteur préférant, dans le doute, s'abstenir de faire référence ou de citer un quelconque savant, quelle que fût son autorité. Ibn al-Baytār lui-même

précisa ainsi sa méthode de travail : « Voici les intentions qui m'ont guidé dans la composition de cet ouvrage :

- 1- Dresser un tableau synoptique complet des remèdes simples et de leurs indications. Mon ouvrage contient tout ce que l'on peut trouver dans les cinq volumes de Dioscoride et dans les six volumes de Galien, ainsi que les théories des médecins anciens et contemporains s'y référant. Y sont mentionnés tous les remèdes végétaux, animaux et minéraux. Pour chacune des indications fournies, je renvoie à son auteur.
- 2- Ne rapporter des théories des auteurs anciens et modernes que ce dont mes observations et expériences personnelles m'ont permis de vérifier l'exactitude et laisser de côté tout ce dont je ne pouvais contrôler la véracité ou qui se révélait contraire à la réalité.
- 3- Éviter les répétitions, sauf dans les cas où elles sont nécessaires à la clarté de la description.
- 4- Utiliser l'ordre alphabétique pour permettre à l'étudiant de trouver rapidement ce qu'il cherche.
- 5- Attirer particulièrement l'attention sur chacun des remèdes qui ont été jusqu'ici soit incorrectement employés, soit incorrectement décrits par les médecins anciens ou modernes qui se sont basés exclusivement sur des connaissances livresques.
- 6- Donner chaque fois que possible dans chaque langue le nom des diverses drogues avec son orthographe et sa prononciation exactes dûment vérifiées par moi-même au cours de mes voyages. »

De l'avis de nombreux savants et spécialistes, cet ouvrage fut le plus considérable, le plus complet et de beaucoup le plus étendu sur la matière médicale à l'époque médiévale. Certes, ce fut une compilation, mais une compilation méthodique et critique, qui apporta une importante contribution personnelle avec quelques centaines de plantes médicinales nouvelles.

L'œuvre d'Ibn al-Baytār fut enseignée durant des siècles et servit de référence à la plupart des ouvrages postérieurs publiés, notamment en Orient, sur la botanique et la pharmacologie. Grâce à ses travaux remarquables, la phytothérapie, traitement des maladies par les plantes, prit un essor considérable au Moyen Âge. Certes, les plantes ont toujours fait partie de la panoplie curative des maladies depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours[202], mais l'étude systématique des plantes à des fins thérapeutiques n'avait jamais connu, avant lui, un tel approfondissement. À cet égard, il est considéré comme le dernier et le meilleur représentant de la longue lignée des botanistes-pharmacologistes arabo-musulmans.

À l'époque médiévale, le monde arabo-musulman fut à la pointe de la recherche dans les sciences naturelles (zoologie, botanique, géologie). Quant à la pharmacopée, elle brilla tout particulièrement en Espagne musulmane,

où pharmacologie et sciences naturelles étaient étroitement liées, notamment du XIe s./Ve H. au XIIIe s./VIIe H :

Abū Ja'far Ahmed ibn Mohammed al-Ghāfiqī

Pharmaco-botaniste (né à Ghāfiq, près de Cordoue), dont la vie est mal connue (il serait mort vers 1150/545 H.). Il fit une description scientifique originale des plantes. Considéré comme le meilleur connaisseur de son temps en matière de drogues[203], il élabora la *materia medica* héritée des Grecs et la présenta sous une forme concise, mais complète, dans son fameux *Kitāb al-adwiya al-mufrada* [Livre des drogues simples]. La méthode suivie par Al-Ghāfiqī dans cette « œuvre très originale et dont la description des plantes fut sans égale[204] » fut extrêmement rigoureuse : il cita Dioscoride et Galien, et ajouta des citations tirées de plus d'une centaine d'ouvrages grecs et arabes pour établir les différentes sortes de plantes et de drogues, ainsi que leurs propriétés curatives et nocives. Al-Ghāfiqī herborisa en Espagne et au Maghreb ; ses descriptions, faites avec un soin tout particulier, furent enrichies de nombreuses observations personnelles.

Abū'l-Abbās Ahmed al-Nabātī (Ibn al-Rūmiyya)

Botaniste et pharmacologue (né vers 1166/561 H. à Séville, mort en 1240/637 H. à Séville) dont la renommée est fondée surtout sur ses travaux en botanique. Il fut l'un des maîtres d'Ibn al-Baytār. Rompant avec la tradition inaugurée par ses prédécesseurs, qui suivaient presque aveuglément Dioscoride et Galien, Al-Nabātī (le Botaniste) fut le premier à se consacrer à l'étude directe des plantes indépendamment de leurs vertus médicinales. À la suite du médecin Abū Dāwūd ibn Juljul (Xe s./IVe H.) et avec le même titre, il écrivit un *Tafsīr asmā al-adwiya al-mufrada min kitāb Diyusquridīs* [Commentaire des noms des médicaments simples du livre de Dioscoride], dans lequel il expliqua largement les noms des médicaments simples mentionnés par Dioscoride tout en accordant une large place à la description botanique des plantes médicinales au détriment de leurs usages thérapeutiques.

Après un voyage en Orient au cours duquel, passant par le Maghreb, il visita notamment l'Égypte , l'Arabie, la Syrie et l'Iraq, Al-Nabātī rédigea son *Al-Rihla al-mashriqiyya* [Le Voyage oriental], dans lequel il consigna les résultats de ses nouvelles observations et recherches en botanique. Cet ouvrage, beaucoup plus étendu que le *Tafsīr*, ne fut malheureusement pas conservé et n'est donc connu de nos jours qu'à travers les nombreuses citations qu'en fit Ibn al-Baytār.

NOTES

180. Selon Émile Savage-Smith, l'hôpital fut « une des plus grandes réalisations de la société médiévale musulmane ».
181. Des traités sur la colique, les calculs rénaux et vésicaux, les maladies infantiles, le diabète, le régime alimentaire des malades, les maladies articulaires, le traitement rapide de certaines maladies (céphalées, algies dentaires, hémorroïdes, etc.), ainsi que des aphorismes médicaux.
182. M. Bergé, *Les Arabes*, Paris, Éditions Lidis, 1978.
183. Comme composants des métaux, il ajoute au soufre et au mercure un troisième élément de nature saline.
184. Précédemment, la chirurgie était considérée comme une activité mineure dont s'occupaient généralement les barbiers et les poseurs de ventouses.
185. Ou « mal de Pott », à la mémoire du chirurgien anglais Percival Pott (1713-1788).
186. Dans le cas du cancer, il recommandait de cautériser tout autour en suivant les contours, et non au milieu comme le pratiquaient les médecins de l'époque.
187. Pour les calculs, il mit au point une technique consistant à introduire une mèche fine par le méat urinaire.
188. Matériau qui préfigure les catguts actuels dont on se sert en chirurgie pour les sutures et ligatures.
189. Le cursus médical commençait par les *Aphorismes* d'Hippocrate et les *Questions sur la médecine* de Hunayn ibn Ishāq, et finissait avec les *Seize Traités* de Galien, les *Continens* d'Al-Rāzī et le *Canon* d'Ibn Sīnā.
190. Dr Sleim Ammar, *En souvenir de la médecine arabe*, Tunis, Société tunisienne de diffusion, 1965.
191. Intellect divin transformant l'intellect en puissance en intellect en acte.
192. La création étant un passage du possible au réel, pour contourner l'intervention du temps dans la création par rapport à l'Être absolument nécessaire (Dieu), il distingue l'éternel selon l'essence et l'éternel selon le temps, le monde étant alors créé selon l'essence et non selon le temps.
193. M. Abed al-Jabri, *Introduction à la critique de la raison arabe*, Casablanca, Le Fennec, 1995.
194. Docteur de l'Église grecque (mort vers 750).
195. Confédération de tribus nomades sahariennes fortement islamisées qui unifia le Maghreb et occupa l'Andalousie à la fin du XIe s/Ve H.
196. Dynastie issue du mouvement de réforme religieuse menée par Mohammed ibn Tūmart dit le Mahdī, qui entraîna la chute des Almoravides en 1147/541 H.
197. On rapporte qu'il guérit un homme qui souffrait des intestins et dont le ventre enflait démesurément en observant tout simplement que l'homme buvait de l'eau contenue dans une aiguière suspecte : on brisa le vase et il en sortit une grosse grenouille qui était la cause du mal.

198. Al-Umarī (Ahmed ibn Fadl Allāh) dans *Encyclopédie de l'Islam*, Leyde/Paris, Brill, 1975.
199. Pour certains auteurs, l'encyclopédie devait comporter 300 volumes (moyens) dont 80 seulement furent achevés.
200. Lors de la terrible famine qui s'abattit sur l'Égypte en 1200/596 H., en observant les squelettes humains, il établit que la mâchoire inférieure consistait en une pièce et non deux, comme l'avait enseigné Galien.
201. Pour l'auteur contemporain Toufic Fahd, l'encyclopédie pharmacologique d'Ibn al-Baytār est la plus vaste qui nous soit parvenue.
202. L'Organisation mondiale de la santé (OMS) a établi récemment une liste de plantes curatives et répertorié 20 000 espèces différentes.
203. Selon M. Meyerhof, Al-Ghāfiqī fut le meilleur phamacologiste et botaniste arabe de l'époque médiévale.
204. S. H. Nasr, *Sciences et savoir en Islam,* Paris, Sindbad, 1979.

Chapitre 8

LES SCIENCES GÉOGRAPHIQUES ET HISTORIQUES

La géographie arabe prit naissance à la suite de la traduction, au début de la période abbasside, des ouvrages anciens – indiens, persans et surtout grecs –, et elle fut sans conteste l'une des disciplines auxquelles les Arabes s'intéressèrent particulièrement. Leurs études s'étendant largement au-delà des mondes grec et romain embrassèrent non seulement le bassin méditerranéen, mais également l'Afrique septentrionale, l'Asie centrale et méridionale, l'océan Indien et presque toutes les mers adjacentes.

Les premiers travaux géographiques arabes, notamment ceux du mathématicien-astronome Al-Khwārizmī (début IXe s./IIIe H.), se limitèrent à affiner sensiblement la cartographie et les théories de Ptolémée sur la Terre. Puis s'élabora une géographie nouvelle, la « science des pays », au service de l'administration et du commerce, qui traita sous forme monographique des régions et des villes. L'établissement d'un système postal régulier et d'un réseau de communications entre les provinces favorisèrent alors la publication de toute une série d'ouvrages[205] intitulés *Massālik wa'l-Mamālik* [Routes et royaumes], véritables œuvres maîtresses de la géographie descriptive arabe.

Rompant ensuite avec une tradition de la description du monde musulman qui se fondait sur le voyage et le témoignage direct, qu'au Xe s./IVe H. Abū'l-Qāsim ibn Hawqal et Abū Abd Allāh al-Muqaddasī avaient portée à son apogée, le grand géographe Abū Abd Allāh al-Idrīsī renoua, au XIIe s./VIe H., avec la tradition grecque, alliant géographie mathématique et descriptive, et il composa, cartes à l'appui, la description la plus élaborée du monde médiéval assortie d'un système de projection plane précédant de plusieurs siècles celui du géographe flamand Gerhard Mercator (1512-1594).

Par ailleurs, les Arabes développèrent la géographie maritime, pratiquèrent la navigation en haute mer et perfectionnèrent la cartographie marine, l'astrolabe et divers instruments et techniques liés à la navigation, ce qui leur permit de sillonner tout l'océan Indien.

Enfin, la géographie arabe fut étroitement liée à l'histoire : les récits des grands voyageurs arabes apportèrent de précieux renseignements et des commentaires géographiques, historiques et ethnographiques de premier ordre sur le monde médiéval en général.

La science historique débuta dans le monde arabo-musulman par les biographies du Prophète avant de devenir peu à peu une discipline profane traitant de l'évolution des villes, des dynasties, des empires, voire de l'humanité, en recourant essentiellement à des sources orales dont l'authenticité était garantie, selon la méthode du *hadīth*, par des chaînes de transmetteurs. Plus tard, on vit apparaître des annales fondées sur des sources écrites, mais ces chroniques, de caractère purement narratif, se bornaient à présenter les faits selon une suite discontinue sans chercher à dégager leur enchaînement causal. L'histoire, adoptant par la suite une attitude rationaliste face à celle dite jusque-là traditionnelle et accordant donc « la priorité méthodologique et la primauté épistémologique de la raison sur la tradition[206] », s'appuya alors sur des documents d'archives, avec notamment Ibn Miskawayh (mort en 1030/421 H.), avant l'ère des grandes compilations comme le *Kāmil* d'Ibn al-Athīr (mort en 1234/632 H.). C'est alors qu'apparut, au XIVe s./VIIIe H., un grand esprit indépendant qui, se détachant nettement de l'ensemble des compilateurs, élabora une conception totalement novatrice de l'histoire : Ibn Khaldūn ; celui-ci s'attacha à dégager les lois régissant l'évolution cyclique des sociétés et à poser ainsi les fondements d'une science historique. Cet éminent penseur est classé de nos jours parmi les plus grands encyclopédistes, tant par l'envergure de son esprit que par l'ampleur de son œuvre.

Contrairement à ses devanciers – dont Al-Tabarī et Al-Mas'udi, considérés comme des historiographes et des chroniqueurs plus que comme des historiens –, Ibn Khaldūn commença par définir l'histoire et dégager son intérêt. S'insurgeant contre la foi accordée à des légendes ou à des récits non vérifiés, il dénonça le manque de méthode de ses prédécesseurs et se proposa d'élaborer les règles d'une critique positive en vue d'une véritable « relation historique des faits ».

ABŪ ABD ALLĀH MOHAMMED AL-IDRĪSĪ ET LA SCIENCE GÉOGRAPHIQUE

« Ne parcourent-ils donc pas la terre afin qu'ils aient des cœurs pour comprendre ou des oreilles pour entendre ?… »
Coran (sourate 22, verset 46)

« Celui qui s'en va à la recherche du savoir s'engage sur la voie de Dieu jusqu'à son retour. »
Prophète Mahomet (vers 570-632)

« Le savant estimable est celui qui transcrit le meilleur de ce qu'il entend, retient le meilleur de ce qu'il écrit et énonce le meilleur de ce qu'il mémorise. »
Abū Umar ibn Abd al-Barr (XIe s./Ve H.)

Géographe et cartographe, Abū Abd Allāh Mohammed al-Idrīsī, connu également sous le nom d'Al-Idrīsī al-Sharīf (né vers 1100/493 H. à Ceuta, au Maroc, mort vers 1166/561 H., probablement à Palerme), est généralement considéré comme le plus grand géographe de son temps, voire de tout le Moyen Âge. Il étudia à Cordoue, d'où le nom d'Al-Qurtubī qui est parfois joint à son patronyme.

Bien que sa vie soit assez mal connue, on s'accorde à le reconnaître comme issu d'une grande famille remontant directement à Idrīs Ier [207], d'où son nom d'Al-Idrīsī que complète parfois celui d'Al-Sharīf, réservé en principe aux descendants du Prophète Mahomet par sa fille Fatima, épouse du futur calife Alī ibn Abī Tālib. Après de multiples voyages d'exploration à travers l'Afrique septentrionale, le Moyen-Orient et l'Europe méridionale, Al-Idrīsī fut invité à Palerme, à la cour du roi normand Roger II de Sicile. Il vécut les dernières années de sa vie presque incognito.

L'œuvre d'Al-Idrīsī passe généralement pour être l'encyclopédie géographique la plus complète et la plus remarquable de son époque et du Moyen Âge. Ce brillant géographe à la cour normande de Palerme réalisa pour le roi Roger II de Sicile un fameux planisphère terrestre en argent, auquel il joignit un précieux commentaire qui forma la matière du célèbre *Kitāb nuzhat al-mushtaq fi khtirāq al-āfāq* [Livre de divertissement de celui qui désire parcourir le monde], vaste ouvrage de géographie physique et descriptive, connu également sous le nom de *Kitāb Rujār* ou *Al-Kitāb al-rujārī* [Livre de Roger], qui servit longtemps de modèle aux recherches entreprises dans le domaine en Occident.

Peu satisfait des cartes grecques et arabes de l'époque, Roger II décida d'en commander une toute nouvelle dont les traits seraient fixés en relief, l'ensemble étant gravé sur de l'argent. Al-Idrīsī eut la charge de ce projet, avec pour mission d'effectuer un véritable relevé géographique du monde. Des émissaires furent dépêchés outre-mer et dans toutes les directions : c'est

ainsi que le géographe fut informé même sur des régions aussi éloignées de la Sicile que la Scandinavie et l'Afrique subsaharienne (en particulier les contrées traversées par le fleuve Niger). Le projet se réalisa comme prévu, et la mappemonde d'Al-Idrīsī représenta le sommet de la cartographie médiévale.

Sur ce grand planisphère de 2 mètres de diamètre, Al-Idrīsī indiquait toutes les villes du monde connu avec leurs coordonnées géographiques. La reproduction de ce globe terrestre, qu'il développa en cartes régionales mises bout à bout, représentait le monde dans sa totalité. Le texte qui accompagnait le globe – sous forme de commentaires aux cartes – reposait largement sur la géographie astronomique, avec des divisions et des subdivisions en climats et en sections suivant l'antique système ptolémaïque qu'Al-Idrīsī combina avec une géographie descriptive où étaient donnés des itinéraires détaillés et nombre de précisions d'ordre économique. Pour les pays et contrées qu'il n'avait pas personnellement visités, il eut recours aux sources grecques et arabes jugées les plus fiables, et, dans certains cas, aux informations fournies par les marchands et les voyageurs de passage à la cour de Palerme.

Par ailleurs, « comme les Grecs, les Arabes divisaient le monde habité en sept *climats* ou zones délimitées par des cercles parallèles à l'équateur, ces *climats* étant eux-mêmes partagés longitudinalement en dix sections. Toute donnée géographique, ancienne ou nouvelle, devait s'insérer dans ce cadre[208] ». Bonne illustration de cette tendance entre géographie astronomique et descriptive, le *Kitāb Rujār* d'Al-Idrīsī, achevé en 1154/548 H., se présente comme un véritable relevé géographique du monde en soixante-dix cartes, avec une carte distincte pour chaque section climatique. Ce monumental ouvrage constitue sans nul doute, selon R. Garaudy, « la description la plus élaborée du monde médiéval, avec notamment un tracé précis des côtes et des cours des fleuves se fondant sur une détermination mathématique des longitudes et des latitudes et un système de projection plane devançant de cinq siècles celui de Mercator ».

Le *Kitāb Rujār* marque une nette rupture avec la tradition géographique arabe à l'époque de la description du seul monde musulman. Toutefois, hormis ce glissement du monde musulman vers le monde tout court et l'organisation par climats, la rupture d'Al-Idrīsī avec ses prédécesseurs et contemporains s'estompe rapidement. En effet, son programme se voulait intégral pour englober ainsi l'activité des hommes tout autant que le milieu naturel, sa description du monde ne pouvant être celle d'Al-Khwārizmī – c'est-à-dire une simple énumération de chiffres, de longitudes et de latitudes –, mais s'apparentant plutôt à celle d'Al-Ya'qūbī (mort vers 897/284 H.), auteur d'un important *Kitāb al-buldan* [Livre des pays], d'Ibn Hawqal et d'Al-Muqaddasī, donc recentrée sur son aire culturelle et civilisationnelle.

Si Al-Idrīsī doit essentiellement sa renommée au *Kitāb Rujār,* il rédigea d'autres ouvrages remarquables, portant aussi bien sur la géographie, tel le

Kitāb al-mamālik wa'l-masālik [Livre des royaumes et des itinéraires], que sur les plantes médicinales, comme le *Kitāb al-jamī li-ashtat al-nabāt* [Recueil de diverses plantes], important traité sur les drogues simples, basé notamment sur la *Materia medica* de Dioscoride. Selon certains témoignages arabes, en particulier celui du poète Ibn Bishrūn de Sicile, contemporain d'Al-Idrīsī, celui-ci aurait composé pour le roi Guillaume Ier de Sicile, fils et successeur de Roger II, un ouvrage géographique intitulé *Rawd al-uns wa nuzhat al-nafs* [Jardin de l'intimité et divertissement de l'âme], dont on n'a toujours pas trouvé de traces. Ce renseignement semble être corroboré par le prince géographe Abū'l-Fidā[209], qui, dans un de ses écrits, se réfère à un autre ouvrage d'Al-Idrīsī, non retrouvé encore, et qu'il appelle *Kitāb al-Sharīf al-Idrīsī fī'l-mamālik wa'l-masālik* [Livre du Sharīf al-Idrīsī sur les royaumes et les itinéraires]. Un manuscrit découvert au début du xxe siècle et connu depuis sous le nom de *Petit Idrīsī* semble être soit le résumé de cet ouvrage, soit celui du *Kitāb Rujār.* Quant au traité sur les drogues simples attribué à Al-Idrīsī et intitulé *Kitāb al-jāmi li-ashtat al-nabāt* [Recueil de diverses plantes] ou *Kitāb al-adwiya al-mufrada* [Livre des remèdes simples], il n'en reste plus que des fragments dans lesquels l'auteur donne de chaque drogue les synonymes dans une douzaine de langues.

Malgré ces lacunes, l'œuvre d'Al-Idrīsī, largement diffusée en Occident, eut un formidable impact sur le développement de la géographie et de la cartographie. À ce propos, Louis A. Sédillot, auteur français du xixe siècle, a noté : « Pendant trois siècles et demi, les cartographes de l'Europe n'ont fait que copier ce traité [le *Kitāb Rujār*] avec des variations peu importantes. » En effet, les cartes géographiques d'Al-Idrīsī servirent de modèle aux premières recherches originales entreprises en Occident, et le *Kitāb Rujār* apporta une importante contribution à la géographie physique et descriptive. Son œuvre passe incontestablement pour être l'encyclopédie géographique la plus achevée et la plus marquante du Moyen Âge.

Pendant la période classique, de nombreux grands géographes et voyageurs composèrent des travaux cartographiques et géographiques remarquables :

Abū'l-Qāsim Ubayd Allāh ibn Khurradādhbeh

L'un des premiers géographes arabo-musulmans (né vers 820/205 H. dans le Khurāsān, mort vers 885/272 H. en Iraq). Ce haut fonctionnaire de l'administration califale, qui occupa les fonctions de directeur de la poste et des renseignements *(sāhib al-barīd wa'l-khabar)* à Bagdad, fut un grand érudit. Il rédigea de nombreux ouvrages sur des sujets divers et surtout, à la demande du calife Al-Mu'tamid, le *Kitāb al-masālik wa'l-mamālik*[210] [Livre des itinéraires et des royaumes] qui assura sa renommée. Cet ouvrage de géographie politique et économique, particulièrement bien structuré, fut hautement apprécié et servit de modèle dans le genre.

Abū'l-Hasan Alī al-Mas'ūdī

Géographe et savant (né vers 893/280 H. à Bagdad, mort en 956/345 H. à Fustāt, près du Caire). Il consacra toute sa vie à voyager et à écrire. Al-Mas'ūdī composa une quarantaine d'ouvrages, dont un monumental *Kitāb akhbār al-zamān* [Histoire universelle], encyclopédie en trente volumes qui traitait de toutes les connaissances de l'époque (histoire, géographie, philosophie, médecine, astrologie-astronomie, météorologie, sciences…). Il ne nous reste plus que deux de ses écrits. Dans le *Kitāb murūj al-dhahab wa ma'ādin al-jawhar* [Prairies d'or et mines de gemmes], considéré comme son œuvre maîtresse, il se réfère à près de deux cents sources écrites arabes, persanes et grecques, et se révèle géographe, historien, ethnographe, géologue et naturaliste : il y décrit la nature des pays et, selon ses propres termes, « leurs montagnes, leurs mers, leurs royaumes, leurs dynasties ainsi que les croyances et les coutumes de leurs habitants ». Le *Kitāb al-tanbīh wa'l-ishrāf* [Livre de l'avertissement et de la révision] résume sa conception du monde et ses observations « sur la Nature et sur l'histoire ». Ce grand érudit, qui contribua à fonder la science historique, concevait la géographie comme un préalable à l'histoire, tout en soulignant l'influence des facteurs géographiques sur le milieu et son vif intérêt pour le monde physique environnant. On a pu relever en effet que, s'il préconisa toujours le recours aux sources originales, son souci constant fut de confronter systématiquement les données livresques à l'observation directe pour se faire du passé la meilleure vision scientifique et objective possible. Une grande curiosité et un goût marqué pour le savoir le conduisirent à s'intéresser à toutes les sciences et à observer avec pertinence bien des aspects de la nature humaine et physique, en combinant les qualités d'un voyageur expérimenté et celles d'un érudit et d'un savant.

Abū'l Qāsim Mohammed ibn Hawqal

Géographe et voyageur du xe s./ive H. (né probablement avant 920/308 H. et mort après 988/377 H.). Ibn Hawqal fut l'un des meilleurs représentants de la géographie fondée sur le voyage et l'observation directe du monde musulman, et le premier géographe arabe à visiter l'empire du Ghāna[211]. Il fut surtout l'auteur d'une célèbre description de pays connue sous le titre de *Kitāb sūrat al-ard* [Livre de la configuration de la Terre] ou de *Kitāb al-masālik wa'l-mamālik* [Livre des itinéraires et des royaumes], qu'il affina à plusieurs reprises entre 967/356 H. et 988/377 H. Cette œuvre – un véritable guide touristique – s'inscrit dans le cadre d'une cartographie du monde musulman avec, à l'appui, un commentaire basé sur les données accumulées lors de ses voyages et des remarques sur divers peuples tels que les Turcs, les Khazars, les Italiens du Sud, les Soudanais et les Nubiens. Il reprit, en le développant considérablement, l'« atlas » du monde musulman établi par le géographe Abū

Zayd al-Balkhi (mort en 934/322 H.), dont le *Kitāb suwar al-aqālīm* [Livre des configurations des provinces] ou *Taqwīm al-buldān* [Localisation des pays] représente le monde en vingt cartes commentées. Avec Ibn Hawqal, la géographie tend à s'ériger en discipline autonome, à cheval entre la science et la littérature, la recherche et l'agrément, d'une grande valeur historique.

Abū Abd Allāh Mohammed ibn Ahmed al-Muqaddasī

Géographe et voyageur du xe s./ive H. (né probablement vers 946/335 H. à Jérusalem, mort vers 1000/390 H.), connu aussi sous le nom d'Al-Maqdisī, appellation dérivée de *Bayt al-Muqaddas* ou *Bayt al-Maqdis* (Maison sainte), nom arabe de Jérusalem. Au terme de ses voyages, il rédigea vers 985/375 H., à Chīrāz, un ouvrage original, *Ahsan al-taqāsīm fī ma'rifat al-aqālīm* [La Meilleure Répartition pour la connaissance des provinces], qui offrait sur le monde musulman une précieuse documentation et constituait, en outre, un inestimable compendium de la littérature géographique arabe. Al-Muqaddasī élargit considérablement le champ de la géographie en y introduisant des thèmes variés sur chaque pays, sur le climat et autres caractéristiques physiques : confrontant ses observations visuelles à des recherches livresques et à des informations fournies par des marins et des négociants, il parvint à constituer un répertoire de données, probablement le plus important que l'on possède sur le monde musulman de l'époque. Avec Al-Muqaddasī, la géographie devint à la fois physique, économique, politique et humaine pour s'ériger en une véritable discipline, bien que relevant davantage du genre littéraire que du genre scientifique.

Abū Ubayd Abd Allāh al-Bakrī

Géographe et botaniste (né vers 1040/432 H. à Cordoue, mort en 1094/487 H. à Cordoue). Il passe pour être le meilleur géographe, avec Al-Idrīsī, de l'Occident musulman et « l'un des représentants les plus caractéristiques de l'érudition arabo-andalouse » de son temps. Sa renommée repose essentiellement sur son œuvre géographique, qui comporte deux titres : le *Kitāb al-mu'jam mā sta'jam min asmā al-bilād wa'l-mawādi'* [Dictionnaire des noms indécis des pays et des lieux], répertoire concernant surtout l'Arabie avec une remarquable nomenclature de noms de lieux ou toponymes, mais aussi important ouvrage géographico-littéraire ; le *Kitāb al-masālik wa'l-mamālik* [Livre des royaumes et des itinéraires], traité de géographie générale et de divers peuples. Il ne reste du second, pourtant l'œuvre maîtresse d'Al-Bakrī, que des fragments décrivant notamment l'Afrique du Nord, le *Bilād al-Sūdān* [Pays des Noirs] et l'empire du Ghāna, ainsi que le pays des Slaves. Al-Bakrī voulut donner à cet ouvrage la forme d'un guide touristique fourmillant d'informations – géographiques, historiques, ethnographiques, politiques et économiques – fondées non sur le voyage, car l'auteur n'avait jamais quitté son

Espagne natale, mais sur une érudition de qualité prenant en compte toute la littérature géographique disponible, des documents d'archives, des relations de voyages et des témoignages divers.

Abū'l-Husayn Mohammed ibn Jubayr

Voyageur et écrivain (né en 1145/540 H. à Valence, en Espagne, mort en 1217/614 H. à Alexandrie). Ibn Jubayr passe pour être l'un des voyageurs les plus connus après Ibn Fadlān (l'un des premiers à parcourir les régions de la Volga et de la mer Caspienne) et Ibn Battūta. Son récit de voyage en Orient, d'un considérable intérêt géographique, original et détaillé, forma la matière du célèbre *Rihla* [Récit (ou Relation, ou Journal) de voyage], qui servit de modèle dans le genre[212] et d'une inestimable valeur documentaire. Ibn Jubayr décrivit avec talent les pays traversés et fournit des renseignements de première importance sur leurs populations, constituant ainsi une source documentaire précieuse sur les croisades, les conditions de navigation en Méditerranée et surtout sur la situation sociale et politique de l'époque.

Abū Abd Allāh Mohammed ibn Battūta

Voyageur et géographe (né en 1304/703 H. à Tanger, mort vers 1377/779 H. à Fès). Ibn Battūta fut l'un des plus grands voyageurs de l'ère pré-moderne, avec un parcours de quelque 120 000 kilomètres. Son *Rihla* [Récit (ou Journal) de voyage], probablement la relation de voyage la plus importante du Moyen Âge, constitue une source précieuse de renseignements géographiques et un document historique inestimable. Parti de Tanger, sa ville natale, il visita le Moyen-Orient, la côte orientale de l'Afrique, l'Asie Mineure et centrale, l'Inde, les îles Maldives, la Malaisie, la Chine et l'Indonésie. De retour à Tanger après vingt-quatre ans d'absence, il se rendit aussitôt en Espagne, revint au Maroc et, de Sijilmasa, en 1352/753 H., traversa le Sahara, puis visita certains pays et villes riverains du fleuve Niger, dont l'empire du Mali[213] et la cité de Tombouctou.

En 1353/754 H., Ibn Battūta se fixa définitivement au Maroc où, sur instruction du souverain mérinide Abū Inān, il dicta ses souvenirs de voyage à un lettré, Ibn Juzzay. C'est ainsi que fut achevé en 1356/757 H. le long récit de ses périples dans un ouvrage intitulé *Tuhfat al-nuzzār fī gharā'ib al-amsār wa ajā'ib al-asfār* [Présent précieux sur les étrangetés des grandes villes et les merveilles des voyages], qui constitue une mine inépuisable d'informations sur l'époque et une véritable peinture du monde.

Shihāb al-Dīn Ahmed ibn Mājid al-Najdī

Géographe et navigateur du XVe s./IXe H. Il acquit une telle réputation comme expert navigateur qu'il servit de pilote au célèbre navigateur portugais Vasco

de Gama, en 1498, entre la côte orientale de l'Afrique et la côte de Malabar, en Inde. Ibn Majīd composa le *Hawiya al-ikhtisar fī usūl 'ilm al-bihar* [Compendium sur les fondements de la connaissance des mers], manuel de géographie maritime et de science nautique, et le *Kitāb al-fawā'id fī usūl 'ilm al-bahr* [Livre des avantages sur les fondements de la science de la mer], traité sur les routes maritimes et les grandes îles de l'océan Indien. Les ouvrages d'Ibn Mājid et ceux de son jeune contemporain, Sulaymān ibn Ahmed al-Mahrī – lui aussi excellent navigateur –, constituent le sommet des connaissances arabes en matière de navigation maritime, en mettant largement à profit l'astronomie et la géographie.

Al-Hasan ibn Mohammed al-Fāsī (surnommé Léon l'Africain)

Géographe et érudit (né vers 1483/888 H. à Grenade, mort vers 1554/961 H. à Tunis). Il émigra au Maroc après la Reconquista[214] et vécut à Fès. Il traversa le Sahara, visita Tombouctou, séjourna en Égypte et au Moyen-Orient et, à son retour par mer, fut capturé par des corsaires siciliens qui le livrèrent à Rome au pape Léon X. Converti au christianisme et baptisé vers 1520 sous le nom de Giovanni Leo de Medicis, il fut libéré et vécut alors en Italie, où il enseignait l'arabe à Bologne. Il écrivit en 1526 sa fameuse *Description de l'Afrique,* qui demeura longtemps une source majeure de renseignements précieux sur la situation politique, économique et sociale au début du XVIe s./Xe H. dans le Maghreb et au *bilād al-Sūdān* (pays des Noirs). Vers 1550, Léon l'Africain retourna à Tunis, où il vécut les dernières années de sa vie après avoir renoué avec sa foi musulmane.

WALĪ AL-DĪN ABŪ ZAYD ABD AL-RAHMĀN IBN KHALDŪN ET LA SCIENCE HISTORIQUE

« Sache que le véritable objet de l'histoire est d'instruire de l'état social de l'homme, c'est-à-dire de la civilisation […]. Mon présent ouvrage donne les causes des événements […], il dégage clairement les leçons à tirer des causes des événements aussi bien que des faits eux-mêmes. »

Abd al-Rahmān ibn Khaldūn (1332-1406)

« [Pour Ibn Khaldūn], il est possible d'ériger l'histoire en science, si l'on parvient à mettre le récit en conformité avec le réel […], de sorte que le récit nous représente l'événement sous une forme rationnellement intelligible. »

Mohammed Abed al-Jabrī[215]

Historien, sociologue et philosophe humaniste de notoriété universelle, Walī al-Dīn Abū Zayd Abd al-Rahmān ibn Khaldūn (né en 1332/732 H.

à Tunis, mort en 1406/808 H. au Caire) est tenu pour l'une des plus fortes personnalités de la pensée arabe et le dernier des grands penseurs de l'époque médiévale. Considéré également comme le « père de l'historiographie », il fut le génie précurseur de la sociologie, de la philosophie de l'histoire et de bien d'autres branches des sciences humaines. Mû par le besoin « de comprendre et d'expliquer », il érigea, selon l'expression de Robert Bruschvig, « une véritable philosophie de l'histoire […] assise sur la triple base de l'érudition, de l'expérience et de la raison ».

La vie d'Ibn Khaldūn fut parfois sévèrement jugée. Son comportement versatile, intéressé et équivoque était dicté par l'ambition, la passion du pouvoir, le goût de l'aventure, voire l'absence de scrupules en matière de politique. Certes, le contexte de son époque, avec des péripéties variées, peut expliquer bien des traits de son caractère, et son autobiographie, *Ta'rīf*, apporte quelques éclaircissements sur l'intimité de l'homme et ses motivations profondes.

Issu d'une famille originaire de Hadramaout (Yémen), établie depuis le VIIIe s./IIe H. à Séville, qu'elle dut quitter pour Tunis après la prise de la ville en 1248/646 H. par Ferdinand III de Castille, Ibn Khaldūn reçut dans sa jeunesse une formation classique basée sur les sciences religieuses (Coran et *hadīth*), la grammaire, la philologie et le droit, complétée plus tard par la philosophie, l'histoire et la géographie. Adolescent, il perdit ses parents lors de la terrible peste qui décima des populations entières dans les années 1350/751 H. et en garda, sa vie durant, un souvenir amer qui se reflétera dans ses écrits.

À peine âgé de vingt ans, Ibn Khaldūn fut promu secrétaire du sultan hafside Abū Ishāq, charge qu'il abandonna pour se réfugier en 1352/753 H. à Biskra, où il offrit ses services au sultan mérinide Abū Inān. Appelé à Fès, il ne put obtenir à la cour qu'un poste au secrétariat du sultan, aussi choisit-il de parfaire sa formation auprès des grands maîtres de son temps. Victime à la fois de son ambition personnelle et des intrigues de cour, il fut accusé de conspiration et jeté en prison jusqu'à la mort du sultan, en 1358/759 H. En 1362/764 H., il dut se retirer à la cour nasride[216] de Grenade, où il fut reçu avec des honneurs et comblé de faveurs, mais qu'il fut contraint de quitter en 1365/766 H. pour Biskra, où il tenta de se consacrer à la science à travers l'enseignement et la recherche. Toutefois, il ne put résister longtemps au démon de la politique et à « la séduction des dignités », selon sa propre expression, ce qui l'amena de nouveau à la recherche d'un hypothétique pouvoir fort et stable. Devant l'échec de toutes ses entreprises, il finit par trouver refuge à Tlemcen, au *ribāt* (sorte de couvent militaire) d'Abū Madyan, mais n'y resta que peu de temps et se rendit en 1372/774 H. à Fès, puis en 1375/776 H. à Grenade, où, selon son propre aveu, il voulait « s'établir définitivement, se retirer du monde et vouer sa vie à la science ». Devenu un personnage politique « au passé trop lourd », Ibn Khaldūn n'inspirait que méfiance, aussi dut-il quitter de nouveau

Grenade pour se réfugier en famille dans la *qal'at* (château, forteresse) d'Ibn Salāma, près de Mascara, où il connut enfin, de 1375/776 H. à 1379/780 H., une brève période à la fois calme et studieuse qui lui permit d'élaborer sa célèbre *Muqaddima* et de débuter la rédaction du *Kitāb al-Ibar.* Avec l'idée de compléter sa documentation, il se rendit à Tunis et put y achever la première rédaction de son ouvrage, dont il offrit le premier exemplaire au souverain hafside Abū'l-Abbās. L'accueil favorable que lui réserva ce dernier et les succès enregistrés lui valurent bien des admirateurs, mais aussi de nombreux ennemis. Craignant le pire, surtout après l'assassinat de son frère Abū Zakariyyā, il prit la résolution de quitter définitivement l'Occident musulman.

Prétextant un pèlerinage à La Mecque, il se rendit en 1382/784 H. à Alexandrie, puis au Caire, où il s'imposa rapidement dans la société savante et fut nommé grand cadi mālikite par le sultan mamelouk Al-Malik al-Zāhir Barqūq en 1384/786 H. Mais les épreuves commencèrent aussitôt : le bateau transportant sa famille, qui devait le rejoindre en Égypte, fit naufrage au large d'Alexandrie ; en outre, à la suite d'intrigues tramées contre lui par les prétendants à l'importante fonction officielle de grand cadi, il perdit cette charge. Il reprit alors ses cours et fut nommé à nouveau, en 1399/801 H., grand cadi, pour être destitué l'année suivante. Toutefois, il fit partie du groupe de notables qui accompagna le sultan mamelouk Faraj al-Nāsīr ibn Barqūq parti défendre Damas contre les envahisseurs turco-mongols. Après le retour précipité du sultan au Caire, du fait de graves troubles politiques, Ibn Khaldūn négocia la reddition de Damas et relata plus tard ses entrevues avec le chef turco-mongol Tīmūr Lāng (Tamerlan), en qui il crut voir, enfin, l'homme capable de réunifier le monde musulman et d'imprimer ainsi un nouveau cours à l'histoire. Mais son amertume et son désenchantement furent grands quand il assista, impuissant, à l'incendie et au pillage de Damas. En dépit des ses accointances avec Tamerlan, il fut bien reçu à son retour au Caire et, par quatre fois encore, il sera tour à tour nommé grand cadi, puis destitué. Sa dernière nomination, la sixième, eut lieu quelques semaines avant sa mort, survenue le 17 mars 1406/26 ramadān 808 H.

Ibn Khaldūn doit sa célébrité à la *Muqaddima* [Introduction] ou [Prolégomènes] à son monumental *Kitāb al-Ibar* [Histoire (ou Chronique) universelle], dans laquelle il exposa une doctrine originale : transcender la simple narration et étudier les faits selon une approche critique en vue de dégager les lois de l'évolution de l'histoire. C'est ainsi qu'il fonda la science historique en parvenant à substituer à l'histoire événementielle (visant à décrire les événements et à les mettre en séries ordonnées) l'histoire structurale (cherchant à saisir la trame des événements et à trouver des explications). Il souligna l'existence de rapports étroits entre l'organisation de la production, les structures sociales, les régimes politiques, les formes juridiques, les idéologies, voire les relations entre les individus.

Dans la *Muqaddimat al-Muqaddima* [Préface (ou préambule) de la *Muqaddima*], Ibn Khaldūn explique que, ayant pris connaissance des ouvrages des historiens et constaté combien ils abondaient en récits invraisemblables, il avait résolu de composer une œuvre à même d'élever l'histoire, jusqu'alors simple activité de compilation de récits, au rang d'une véritable pratique scientifique fondée sur l'analyse rigoureuse des récits et l'explication des faits et de leur genèse par la causalité. L'histoire ainsi conçue a donc pour lui « son fondement et ses racines dans la sagesse (la philosophie) et mérite amplement d'être comptée comme une de ses sciences[217] ». Il se pose la question cruciale de savoir comment faire de l'histoire une science alors que l'histoire ne consiste qu'en « récits d'événements », lesquels, au demeurant, ne sont que des faits particuliers. Cependant, selon lui, il est bien possible « d'ériger l'histoire en science si l'on parvient à mettre le récit en conformité avec le réel d'une manière telle que ce récit ne nous informe plus seulement sur la situation dans le temps ou dans l'espace de l'événement qu'il rapporte, mais aussi sur les causes qui l'ont rendu possible, de sorte que le récit nous représente l'événement sous une forme rationnellement intelligible ».

Si pour Ibn Khaldūn la mission de l'historien consiste à « donner des notions générales de chaque pays, chaque peuple et chaque siècle, s'il veut appuyer sur une base solide les matières dont il traite », sa tâche essentielle revient cependant à définir un « critère juste » d'après lequel il pourra évaluer les récits rapportés et apprécier leur degré d'adéquation au réel. Ce critère, qui devra permettre de juger de la vraisemblance des faits au regard de la nature des choses, c'est-à-dire du courant et de l'évolution de l'histoire en faisant appel, au besoin, à l'observation et au raisonnement par analogie, doit être recherché dans la connaissance des « propriétés naturelles de la civilisation » *(tabā'i al-'umrān)*. Ainsi, pour la première fois, il est explicitement admis que la civilisation *('umrān),* en ses conditions diverses, possède des propriétés naturelles *(tabā'i)* auxquelles doivent être ramenés les récits et en fonction desquelles la relation des événements doit être appréciée. Cette démarche nouvelle d'Ibn Khaldūn, qui vise à « mettre en raison l'histoire », découle de la constatation que les faits historiques se produisant en vertu d'une nature propre à la civilisation sont régis, tout comme les autres choses créées, par le principe de causalité et exigent, donc, des causes préalables.

Il est possible et même nécessaire de dégager les lois qui déterminent le courant de l'histoire à travers une science nouvelle qu'Ibn Khaldūn présente comme « une science indépendante qui se définit par son objet : la civilisation humaine *(al-'umrān al-basharī)* et l'ensemble des faits sociaux[218] ». C'est donc à juste titre que l'on a pu considérer Ibn Khaldūn à la fois comme le père de la critique historique et le fondateur de la sociologie[219]. En effet, adoptant une vision étonnamment moderne pour son époque, il écrit : « Sache que le véritable objet de l'histoire est d'instruire de l'état social de l'homme, c'est-à-

dire de la civilisation et des vicissitudes qui peuvent affecter la nature de cette civilisation […]. Mon présent ouvrage donne les causes des événements […], il dégage clairement les leçons à tirer des causes des événements aussi bien que des faits eux-mêmes.» L'ouvrage en question, qui «renferme, en somme, la philosophie de l'histoire», Ibn Khaldūn l'avait intitulé précisément : *Kitāb al-ibar wā dīwān al-mubtada' wa'l-khabar fī ayyām al-Arab, wa'l-A'jam, wa'l-Barbar wa min a'sirahoum min dhawī al-sultān al-akbar* [Livre des enseignements et des considérations sur l'histoire ancienne et moderne des Arabes, des Persans, des Berbères et de leurs contemporains parmi ceux ayant des grands souverains].

Dans la *Muqaddima*, Ibn Khaldūn analyse les causes de la naissance, de l'essor et du déclin des civilisations, causes qu'il examine surtout à travers le conflit entre les sédentaires et les nomades, et auxquelles il ajoute des considérations pertinentes sur le monde musulman. Quant à la civilisation en général *('umrān)*, elle «est conçue comme le progrès de l'espèce à travers la mise en culture des sols, la construction des villes, le développement de l'artisanat et du commerce, l'installation d'États fondés sur l'administration, l'armée et la monnaie. Ce mouvement global passe de l'une à l'autre des civilisations particulières, plus ou moins vivaces, plus ou moins fiables selon leur aptitude à maintenir ou à laisser s'éteindre le sentiment communautaire de la cohésion *(asabiyya)* qui seul fonde et maintient les sociétés[220]». Ainsi, Ibn Khaldūn fut le premier à se pencher sur l'évolution de la société humaine, à tenter de donner une explication rationnelle à la marche de l'histoire et, enfin, à poser les principes d'une science nouvelle et indépendante qui se définit par son objet, à savoir l'ensemble de la civilisation humaine.

Ibn Khaldūn exposa largement, en six grands chapitres, cette science nouvelle et indépendante dont il eut l'intuition géniale et qu'il appela encore «histoire», faute d'un mot adéquat dans la terminologie de son temps. Dans le premier chapitre, traitant de la société humaine en général et de l'influence du milieu sur la nature humaine, il présente le statut épistémologique de l'histoire, à savoir son objet, son rapport à la vérité et sa méthode. Puis il consacre les cinq chapitres suivants aux différentes réalités et autres considérations – les sociétés de civilisation rurale *('umrān badawī)* et de civilisation urbaine *('umrān hadarī)*, leurs mœurs propres, les formes de gouvernement et les institutions, les faits économiques et culturels – dont la prise en compte se révèle nécessaire pour rendre raison du fait historique.

La *Muqaddima* contient également une description et surtout une classification des sciences se fondant sur le rôle que joue la raison dans leur acquisition, que l'on reconnaît comme étant une des meilleures, sinon la meilleure. Dans cette classification, Ibn Khaldūn distingue les sciences traditionnelles, qui sont transmises (car leur étude exige un retour à la source de transmission, à savoir le Coran et la Sunna pour les sciences religieuses, et

à son fondateur, pour telle science traditionnelle particulière) et les sciences philosophiques, qui sont naturelles (en ce sens que l'homme peut les acquérir naturellement en faisant appel à sa raison innée). Dans la première catégorie des sciences figurent le Coran (son exégèse et ses différentes lectures), la science du *hadīth* (la Tradition du Prophète et sa transmission), la science du droit et de ses fondements, la théologie, le soufisme (la mystique), les sciences du langage (la grammaire, la linguistique, la littérature) et l'interprétation des songes. Quant à la seconde catégorie des sciences, elle comporte la logique (les six livres de l'*Organon* d'Aristote), la physique ou les sciences de la Nature (la médecine, l'agriculture et les sciences occultes ou apparentées : alchimie, astrologie, magie, talismans…), la métaphysique ou science des êtres au-delà de la Nature, les mathématiques (les sciences du nombre y compris les transactions commerciales et les partages successoraux, les sciences géométriques, dont l'optique et l'arpentage, l'astronomie, la musique). On notera que rien d'essentiel ne fut ajouté à cette classification par les auteurs postérieurs.

Dans ce considérable travail de recherche, l'outil principal se révèle être l'observation, car Ibn Khaldūn se méfie de la raison spéculative, dont il entend limiter la portée à l'investigation et à la recherche du réel. En somme, à la stérile spéculation habituelle des philosophes, il substitue une spéculation positive – « plus sûre dans ses démarches et plus féconde dans ses résultats, car en prise directe avec le concret » –, ce qui lui permet d'aboutir « à une conception dynamique du développement dialectique du destin de l'homme et à une histoire rétrospectivement intelligible, rationnelle et nécessaire ».

Ibn Khaldūn s'intéressa également à l'influence du genre de vie et de production sur l'évolution des groupes sociaux, même si l'explication proposée paraît complexe, car elle n'est pas exclusivement socio-économique, mais aussi psychologique. Il fut, en outre, un précurseur en matière économique, sa pensée étant fondée notamment sur la différence entre la subsistance *(rizq)* et le profit *(kasb)* et sur cette définition remarquable : « Le gain représente la valeur du travail. » Il nota, par ailleurs, que « le travail de l'homme est nécessaire à tout bénéfice, à tout capital […]. On voit donc que les profits et les gains ne sont, tout à fait ou principalement, que le prix du travail humain ». Ses idées économiques présentent, comme ses conceptions politiques, un aspect étonnamment moderne, au point que certains auteurs contemporains ont pu considérer Ibn Khaldūn comme un précurseur du matérialisme historique. On signalera enfin que, au terme d'une critique serrée des divers moyens par lesquels l'État se procure de l'argent (impôts[221], confiscations, monopoles, contrôle du commerce), il arriva à la conclusion que la richesse de l'État se base sur la population, l'esprit d'entreprise et la production, tout en assurant que l'étatisme et l'intervention exagérée des pouvoirs publics peuvent réduire cette richesse et entraver le développement normal de l'économie.

L'exceptionnelle valeur des idées soulevées dans la *Muqaddima* n'est apparue dans toutes ses formes qu'à une époque relativement récente, car elles portaient en germe plusieurs disciplines qui ont fini par se constituer de nos jours en sciences indépendantes. Si la qualité de grand historien d'Ibn Khaldūn est unanimement reconnue, maints spécialistes modernes voient également en lui un véritable philosophe de l'histoire et surtout un sociologue accompli dont la « science nouvelle » *(ʿilm al-ʿumrān)* n'est en fait qu'une sociologie conçue comme une science auxiliaire de l'histoire. Pour l'historien français Yves Lacoste, ce savant marque l'apparition de l'histoire en tant que science. Selon Ibn Khaldūn, dont l'ambition était de fonder une science du devenir historique d'un genre nouveau, les causes profondes de l'évolution historique étaient à rechercher dans les structures sociales et économiques ; aussi s'attacha-t-il à analyser ces causes, élaborant au passage, dans un remarquable effort de rationalisation systématique, quelques concepts opératoires clés dont les plus prégnants sont incontestablement celui d'*asabiyya* (cohésion), qui traduit la conscience de la solidarité sociale, et, dans une moindre mesure, ceux d'*ʿumrān* (civilisation) et de *mulk* (souveraineté).

Pour Ibn Khaldūn, l'homme est à considérer dans son milieu physique et social. Étant par nature un animal auquel Dieu a donné la pensée mais que son agressivité *(udwān)* congénitale porte à attaquer ses semblables, il lui faut nécessairement un frein, un « médiateur » *(wāzi)* pour s'organiser en société et atteindre ainsi la civilisation, laquelle peut être bédouine (nomade ou rurale) ou citadine. L'homme appelé à exercer le rôle de *wāzi* doit avoir assez d'autorité et de pouvoir pour empêcher les hommes de se battre ; telle est l'origine de la royauté. Toutefois, la coopération nécessaire entre les hommes ne peut résulter que d'un stimulant particulier : l'esprit de corps (ou de clan) qui unit les agnats (*asabiyya*). Ainsi, l'homme ne peut se passer d'organisation sociale, ce que les philosophes appellent cité (*polis* en grec ou *madīna* en arabe) et que rend *grosso modo* le mot « civilisation » *(ʿumrān)*. L'histoire apparaît donc comme l'étude de la société humaine en sa forme la plus complexe, signifiée précisément par ce mot « civilisation », vocable quelque peu ambigu mais qui recouvre, chez Ibn Khaldūn, tous les phénomènes sociopolitiques : observation du présent, réflexions sur les causes des événements du passé, existence de lois naturelles.

Partant de ses expériences personnelles et de ses méditations sur le passé du Maghreb, et remontant le cours de l'histoire à travers l'étude du monde arabo-musulman, Ibn Khaldūn parvient à définir les différents stades de développement de la société humaine jusqu'à la formation d'États policés. Au départ se situe la tribalité primitive, où naît et se développe l'*asabiyya,* ou esprit de corps perçu comme facteur dynamique assurant la cohésion du groupe et sa force d'expansion ; dès que celle-ci atteint son apogée, une autorité souveraine s'affirme : l'État est ainsi créé, et, pour asseoir sa pérennité,

il met en place un appareil administratif et organise une force armée, une loi religieuse achevant d'affermir la cohésion de l'ensemble. De cette évolution sociopolitique découle l'épanouissement de la vie urbaine ; l'homme s'ouvre alors à la pratique des arts et à l'approfondissement des sciences, mais, par voie de conséquence, il s'abandonne à la mollesse et l'*asabiyya* se perd pour laisser place à d'autres facteurs engendrant la décadence. Ainsi, dans sa recherche des lois de l'évolution des sociétés humaines et des empires, il définit les conditions d'accession au pouvoir suprême – la science *('ilm),* l'honorabilité *('adāla),* l'intégrité physique et la compétence *(kifāya).* Ibn Khaldūn avait décelé « l'existence d'un cycle ascendant d'autorité et de croissance, suivi d'un cycle descendant d'anarchie et de décadence ». Dans cette conception cyclique de l'histoire, il fut amené à s'interroger sur la réalité des causes qui pouvaient infléchir ou modifier cette courbe ascendante et descendante.

Ibn Khaldūn parvint à mettre en relief un trait commun aux dynasties berbères, dont il retraça magistralement l'histoire dans son *Kitāb al-Ibar* ; en quelques générations, celles-ci parcourent le cycle complet de leur ascension, de leur épanouissement et de leur décadence, et, à chaque fois, le processus trouve son explication dans l'existence de l'*asabiyya,* dans sa dégradation et dans sa disparition. Cette théorie[222] explique un schéma permanent dans l'histoire de certains peuples musulmans : entre les nomades, que la dureté de leur vécu quotidien préserve de certaines perversions, et les citadins, portés irrémédiablement vers un état de décadence et de corruption morale, il règne, pour le moins, une situation naturelle de tension. C'est ainsi que, selon C. Glassé, « périodiquement, des groupes nomades s'emparent des villes et en deviennent les nouveaux dirigeants [...] ; au début, ils insufflent à la fonction royale une vigueur, un esprit vertueux, un sens de la justice et une intensité spirituelle nouvelle, mais au bout de plusieurs générations, la rigueur et la vertu nécessaires à établir leur souveraineté commencent à s'estomper [...]. Une fois encore, dirigeants comme gouvernés laissent ainsi le champ libre à l'entrée en scène de nouvelles forces nomades fraîches et purificatrices ». Cette théorie d'Ibn Khaldūn est loin de se vérifier ailleurs et à d'autres époques ; toutefois, c'est la première fois dans la pensée arabo-musulmane que le déterminisme historique est mis à contribution en tant que doctrine procédant uniquement de l'analyse objective des événements et du milieu. Il est incontestable qu'Ibn Khaldūn fait figure de génie historique pour avoir été le « premier à théoriser une conception philosophique et sociologique de l'histoire[223] ».

Ibn Khaldūn fut le premier à porter sur la société de son temps, en particulier sur son histoire, son économie et sa culture, un regard tout à la fois informé, large et critique. Certes, l'examen critique auquel il soumit cette société se fit avec les catégories de pensée propres à la culture de son élite et dans le respect, au moins formel, des traditions et des pouvoirs établis. Toutefois, l'approfondissement et la minutie apportés à cette analyse lui

permirent de découvrir et d'affirmer la spécificité du « fait social », objet d'une science nouvelle, *'ilm al-'umrān* (science de la société), qui englobe toute l'activité humaine : politique, économie, culture. Quelque peu ébloui par sa découverte, il semble hésiter, tout au long de la *Muqaddima,* sur l'importance que revêt sa « science nouvelle ». Dans certains passages, il la réduit à une discipline auxiliaire de l'histoire qui éviterait aux historiens de donner crédit à des récits invraisemblables ; dans d'autres, il la définit comme une science des « fondements » *(usūl)* de l'histoire qui prolongerait en somme l'œuvre réductrice et rationalisante de recherche des « fondements », étendue déjà à bien des sciences traditionnelles telles que la théologie, la jurisprudence et les sciences du langage. Parfois, retrouvant la profondeur de son intuition, il prend pleinement conscience de l'importance à venir de cette science de la société, dont il confie à la postérité le soin d'explorer davantage les perspectives.

On a souvent écrit que l'œuvre d'Ibn Khaldūn fut longtemps ignorée dans le monde arabo-musulman – où ses théories socio-historiques étaient tenues pour suspectes – et qu'elle ne fut découverte que tardivement, le mérite de cette découverte revenant surtout à l'Europe du XIXe siècle. Ce fut en 1806 que le Français Sylvestre de Sacy inaugura une longue série d'études et des publications qui firent connaître en particulier la *Muqaddima*. Dès 1812, l'Autrichien von Hammer-Purgstall attribua le titre de « Montesquieu[224] des Arabes » à Ibn Khaldūn. Quant au Suédois Gräberg De Hemso, il établit en 1846 un parallèle entre cet auteur et Nicolas Machiavel[225], en laissant entendre que le second subit l'influence du premier par l'intermédiaire de Léon l'Africain qui enseigna à Bologne. Par la suite, ce furent surtout la première édition complète de la *Muqaddima* en 1858, par le Français Étienne Quatremère, et sa traduction en 1868, par de Slane, sous le titre *Prolégomènes*, qui révélèrent au monde savant le génie d'Ibn Khaldūn comme penseur et sociologue. Durant tout le XXe siècle, les éditions et les études sur cet érudit ne cessèrent de s'accumuler, en Orient comme en Occident, attestant l'intérêt croissant que suscitait l'extraordinaire richesse de la pensée de ce philosophe de l'histoire et maître de l'étude du comportement humain.

Ibn Khaldūn peut être célébré partout comme un précurseur pour n'avoir eu précisément aucun devancier, et il est difficile de souscrire à l'idée qu'il n'a été suivi par personne et que, par conséquent, il n'a eu ni émules ni successeurs avant que ses mérites ne fussent découverts par les orientalistes. En fait, son influence immédiate fut réelle en Égypte, au moins sur quelques historiens, juristes et écrivains du XVe s./IXe H., tels Al-Maqrīzī, Ibn Hajjar et Ibn al-Azraq, dont le *Badā'i al-silk fī tabā'i al-mulk* [Approches originales sur les spécificités du pouvoir], compilation centrée sur la *Muqaddima*, mêle des considérations de caractère éthique et religieux à l'étude du pouvoir. Même si dans son Maghreb natal son œuvre n'eut d'échos que tardivement, Ahmed Abdesselema a pu écrire : « Ibn Khaldūn a toujours été considéré,

au sein de la culture arabo-islamique, comme un historien important. Ses analyses politiques ont retenu l'attention. Ses idées sur le destin des dynasties et sur l'essor et la décadence des empires ont été commentées et discutées par plusieurs auteurs musulmans au cours des siècles qui ont suivi sa mort.»

Certes, Mohammed Arkoum a pu également noter qu'« Ibn Khaldūn n'a été *redécouvert* par les Arabes qu'au début du XXe siècle [et qu'il] a inspiré depuis quelques années plus de dissertations apologétiques que d'études sérieuses». Pourtant, Ibn Khaldūn fournit l'exemple précieux de ce qu'un esprit peut tirer de l'héritage culturel classique pour *penser* et dominer les problèmes de son temps. C'est ainsi que, contemplant les ruines de sa terre natale dues aux invasions des tribus bédouines Banū Hilal et Banū Sulaym, il élabora ce qui est assurément la première philosophie de l'histoire en termes d'alternance cyclique entre le désert et les terres cultivées.

Quant à son *Kitāb al-Ibar,* s'il reflète une documentation solide fondée sur une réflexion poussée qu'éclaire sa riche expérience personnelle, il s'inscrit encore dans une tradition qui décrit davantage les faits en leur enchaînement extérieur qu'en fonction de leurs causes sociologiques ou économiques. Certes, Ibn Khaldūn refuse la simple juxtaposition de récits propre à Al-Tabarī (mort en 923/310 H.), mais on ne décèle nulle part dans cet ouvrage la rigueur sur la méthode en histoire qu'il préconisa dans la Préface de la *Muqaddima.*

Si l'on doit à Ibn Khaldūn de nombreux autres écrits, en particulier des ouvrages de théologie, de métaphysique et de mathématiques dans sa jeunesse, et, vers la fin de sa vie, un traité de mystique intitulé *Shifā' al-sā'il* [Guérison du chercheur] et une autobiographie apologétique intitulée *Ta'rīf* [Confession], que l'on traduit généralement par «Autobiographie», il reste surtout connu par son *Kitāb al-Ibar* dont l'introduction ou *Muqaddima* contribua largement à fonder sa réputation.

La *Muqaddima,* loin d'être «le produit aberrant d'un génie prospectif», s'inscrit plutôt dans une continuité culturelle jalonnée par les œuvres des plus grands penseurs arabo-musulmans. «Son apport vivant, son originalité sont dus à ce que l'auteur a voulu *repenser* toute une culture à l'aide du fameux *iyān* : cette connaissance positive des hommes et des choses que confère une observation perspicace[226].» Ce grand projet intellectuel explique probablement l'intérêt que l'Europe accorda à cette œuvre en y reconnaissant ses propres idées. Il justifie certainement l'actualité grandissante d'Ibn Khaldūn dans le monde arabe, qui entend désormais célébrer la gloire de compter, parmi les représentants de sa culture, cet observateur pénétrant de la nature humaine et surtout ce précurseur génial de la pensée moderne.

Parmi les nombreux historiens arabo-musulmans, plusieurs apportèrent une contribution importante au développement des sciences historiques et à l'histoire des peuples en général :

Abū Ja'far Mohammed ibn Jarīr al-Tabarī

Historien et érudit (né en 838/224 H. à Amol, en Tabaristān, mort en 923/310 H. à Bagdad). Après une solide formation en sciences religieuses – il fut l'élève du célèbre imam Ahmed ibn Hanbal, le fondateur de l'un des quatre rites de l'islam orthodoxe –, il s'établit à Bagdad où il se consacra entièrement à des activités d'enseignement et de recherche. Auteur fécond, il rédigea de nombreux ouvrages, mais il est surtout connu par deux œuvres monumentales : le *Tārīkh al-rusūl wa'l-mulūk* [Chronique des prophètes et des rois], une somme encyclopédique sur l'histoire universelle de la création jusqu'au début du xe s./ive H., et le *Jamī' al-bayān fī tafsīr al-Qur'ān* [Recueil de preuves dans le commentaire du Coran], volumineuse exégèse du Coran en une trentaine de volumes.

Avec le *Tārīkh*, qui sera abondamment étudié et cité par la suite, l'histoire franchit une grande étape. Cette œuvre, qui est une source de première importance, se présente en effet comme une collection, chronologiquement classée, de toutes les traditions que l'auteur avait pu recueillir sur l'histoire musulmane, des origines à son temps. Certes, on a pu reprocher à Al-Tabarī de procéder, comme ses prédécesseurs, par accumulation systématique, c'est-à-dire d'exposer les traditions recueillies sur chaque fait sans les critiquer outre mesure. Quant à son commentaire du Coran, le *Jamī' al-bayān*, il reste jusqu'à nos jours une référence qui s'appuie sur les traditions du Prophète rapportées par les *hadīth* et sur l'autorité des exégètes de la première génération, tels Alī ibn Abī Tālib, Abd Allāh ibn Mas'ūd, Abū Mūsā al-Ash'arī, Zayd ibn Thābit et Abd Allāh ibn Umar.

Abū Alī Ahmed ibn Ya'qūb ibn Miskawayh

Historien, philosophe et moraliste (né vers 933/321 H. à Rayy, mort en 1030/421 H. à Ispahan). Esprit original, indépendant et sceptique, Ibn Miskawayh laissa une vingtaine d'ouvrages, dont *Tajārib al-umam* [Expériences des nations], qui englobe l'histoire et la civilisation des Arabes, des Perses et des Indiens jusqu'à son époque, et *Tahdhīb al-akhlāq* [Réforme des mœurs], qui traite de philosophie morale.

Ce philosophe, dont l'intérêt se porta surtout sur l'étude des mœurs et des civilisations, ainsi que sur les sentences et maximes de sagesse, passe pour être l'un des principaux moralistes de l'islam. Dans ses *Tajārib,* il tira un enseignement moral des faits historiques et, combinant les informations reçues de ses devanciers avec les siennes propres, il les exposa plus synthétiquement dans un but d'édification philosophique et politique, à l'intention des générations futures. On a pu noter, à propos du grand animateur de la culture arabo-islamique de son temps qu'il fut, « qu'il n'est pas possible de situer Ibn Khaldūn historien sans tenir compte de l'apport méthodologique de Miskawayh[227] ».

Abū Marwān ibn Hayyān

Historien et écrivain andalou (né vers 987/377 H. à Cordoue, mort vers 1076/469 H.). Il écrivit plusieurs ouvrages, dont le *Muqtabis* et le *Matīn,* deux œuvres historiques particulièrement importantes qui firent de leur auteur le plus grand historien de tout le Moyen Âge hispanique. Ce fut à l'époque la plus féconde et la plus brillante de la culture arabe d'Espagne qu'Ibn Hayyān écrivit son *Muqtabis,* vaste « compilation » dans laquelle il relata, en mettant largement à profit l'œuvre de ses devanciers, l'histoire de l'Andalousie[228]. Quant à son *Matīn* [Le Ferme (ou Le Solide)], dont il ne reste plus que des fragments, Abū Marwān ibn Hayyān embrasse toute l'histoire de son époque, rédigée avec un soin minutieux, rehaussant davantage sa remarquable perspicacité dans l'appréciation politique des événements.

Alī Mohammed al-Māwardī

Juriste et grand cadi de Bagdad, personnage influent à la cour du calife abbasside Al-Qādir (mort en 1058/450 H. à Bagdad). Il écrivit plusieurs ouvrages, mais fut surtout connu par son *Kitāb al-ahkām al-sultāniyya* [Livre des statuts gouvernementaux], qui expose une remarquable théorie politique du califat et traite des principales institutions politiques, sociales et juridiques de l'État islamique. Vivant à une époque de grande instabilité politique, où l'autorité des émirs būyides empiétait largement sur celle des califes abbassides régnants, Al-Māwardī se livra, dans son *Kitāb al-ahkām,* à une réflexion théorique très poussée sur la nature du pouvoir politique musulman. Dans cet écrit, considéré comme l'un des plus importants dans le monde arabo-musulman en matière de science politique, il distingue trois formes d'État : le *Bilad al-dīn* (l'État gouverné sur une base religieuse), le *Bilad al-quwwa* (l'État dirigé par la force) et le *Bilad al-thawra* (l'État livré à l'anarchie). Il convient de signaler qu'Al-Māwardī examine, bien avant Ibn Khaldūn, les raisons pour lesquelles les dirigeants perdent le pouvoir.

Abū'l-Hasan ibn al-Athīr

Historien et écrivain (mort en 1234/631 H. à Mossoul, en Mésopotamie septentrionale). Il rédigea plusieurs ouvrages, dont le plus connu fut l'*Al-Kāmil fī'l-tārīkh* [Le Complet sur l'histoire], une somme monumentale que l'historien Abū'l-Fidā (mort en 1331/731 H.) abrégea tout en la complétant jusqu'à son époque. Cette grande œuvre historique qui s'inspire de l'histoire universelle d'Al-Tabarī surprend encore de nos jours par l'étendue et la fiabilité de son information sur l'ensemble du monde musulman de l'époque, mais aussi par son objectivité, la clarté et la précision de son style et l'intelligence de ses exposés. Grâce à son *Kāmil,* que l'on a pu considérer comme l'un des chefs-d'œuvre de l'historiographie arabe, Ibn al-Athīr passe pour être l'un des plus grands historiens arabes de son temps.

Abū'l-Abbās Ahmed ibn Khallikān

Biographe et juriste (né en 1211/608 H. à Irbil, au Kurdīstān, mort en 1282/681 H. à Damas). Homme de grande culture, il se passionna surtout pour les études historiques. Se basant sur les sources jugées les plus sûres, il composa son fameux dictionnaire biographique, *Wafayāt al-a'yān wa anbā abnā' al-zamān* [Nécrologie des notables et nouvelles sur les hommes du temps], comprenant tous les personnages illustres de l'histoire arabo-musulmane, à l'exception du Prophète, de ses compagnons et des califes, sur qui existait déjà une abondante littérature. Cet important ouvrage reste encore l'un des principaux écrits, avec notamment ceux d'Al-Wāqidī, en matière d'information biographique sur près d'un millier d'hommes illustres jusqu'à l'époque de l'auteur.

Taqī al-Dīn Ahmed al-Maqrīzī

Historien et biographe (né en 1364/766 H. au Caire, mort en 1442/845 H. au Caire). Lié à Ibn Khaldūn à qui il vouait une grande admiration, Al-Maqrīzī rédigea de nombreux ouvrages, dont le *Kitāb al-mawā'iz wa'l-i'tibār fī dhikr al-khitat wa'l-āthār* [Livre des exhortations et des considérations sur le rappel des desseins et des vestiges], plus connu sous le titre de *Khitat,* divers écrits sur l'histoire des dynasties fātimides, ayyūbīdes et mamelouks, et une histoire universelle, *Al-Khabar an al-bashar*, restée inachevée. Dans ses *Khitat,* utilisant les données des textes et l'archéologie, il traita de l'histoire de l'Égypte en général et du Caire en particulier, en fournissant une masse considérable de renseignements historiques. Dans nombre de ses écrits et traités, notamment sur les mesures et les monnaies, ainsi que sur certains fléaux comme les famines, Al-Maqrīzī exprime clairement son intérêt pour les facteurs économiques dans l'explication des événements historiques.

Shihāb al-Dīn Abū'l Fadl-Ahmed (plus connu sous le nom d'Ibn Hajjar al-Asqalānī)

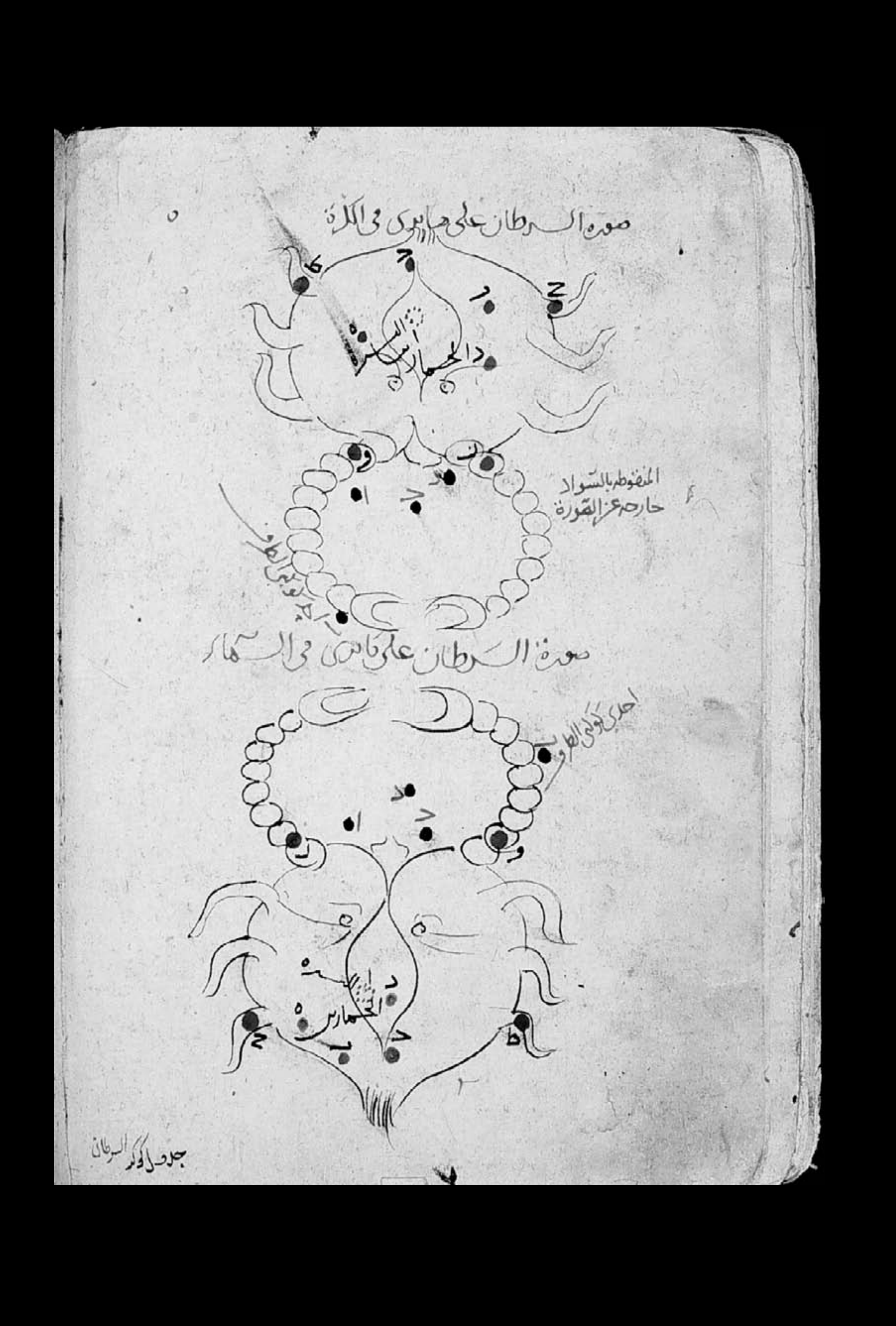
Historien et biographe (né en 1372/773 H. au Caire, mort en 1449/852 H. au Caire). Il effectua des recherches particulièrement poussées dans le domaine du *hadīth* et composa, par ailleurs, de vastes dictionnaires et d'autres ouvrages biographiques sur les proches compagnons du Prophète, les traditionnistes et les notables de son temps. En outre, il écrivit une histoire annalistique des événements importants survenus de son vivant, avec pour titre *Inbā al-ghumr* [Information du commun]. Si la plupart des écrits d'Ibn Hajjar furent des compilations, à l'exception de ceux traitant des événements contemporains, cet auteur particulièrement minutieux et perfectionniste rechercha constamment de nouveaux documents destinés, après examen critique, à compléter ses informations ou celles fournies par ses prédécesseurs. Une telle méthode peut expliquer la portée didactique, voire heuristique, de ses ouvrages, qui

demeurent encore des références. Ibn Hajjar connut personnellement Ibn Khaldūn – qui fut, semble-t-il, l'un de ses maîtres –, à qui il attribuait une connaissance poussée des questions politiques et un véritable art dans l'exposition, mais qu'il lui arrivait également de critiquer sans ménagement en soulignant notamment sa méconnaissance manifeste de l'Orient.

NOTES

205. Ouvrages rédigés par Ahmed ibn al-Tayyīb al-Sarakhsī et Abū'l-Q̱āsim ibn Khurradādhbeh au IXe s./IIIe H. et complétés par plusieurs auteurs, dont Abū Zayd Ahmed al-Balkhī (Xe s./IVe H.) et Abū Ubayd Abd Allāh al-Bakrī (XIe s./Ve H.).
206. Mohammed Arkoun, *La Pensée arabe*, Paris, PUF, 1979.
207. Idrīs ibn Abd Allāh fonda à Fès la dynastie des Idrīsides sous le nom d'Idrīs Ier. Il mourut en 792/176 H., près de Meknès.
208. A. I. Sabra, *L'Islam d'hier à aujourd'hui*, Paris, Éditions Payot, 1994.
209. Abū'l-Fidā (1273/671 H.-1331/731 H.) laissa une remarquable géographie descriptive, *Taqwīm al-buldān* [Localisation des pays].
210. Titre générique de nombreux ouvrages dont le premier, selon certains auteurs, fut rédigé non par Ibn Khurradādhbeh, mais par un de ses contemporains, Ahmed ibn al-Tayyīb al-Sarakhsī (mort vers 899/286 H.).
211. L'empire du Soudan occidental fut détruit par les Almoravides en 1076/468 H.
212. Initiateur d'un genre littéraire aux confins du récit, de la géographie et de l'histoire, pour avoir substitué l'observation directe et le témoignage vécu à la littérature pure.
213. Fondé au XIIIe s./VIIe H., l'empire du Soudan occidental absorba le Ghāna et connut son apogée au XIVe s./VIIIe H. avant de décliner au XVe s./IXe H.
214. Terme espagnol désignant la reconquête et la prise de Grenade par les chrétiens, en 1492/897 H.
215. Philosophe et auteur contemporain marocain.
216. Dernière dynastie arabe d'Espagne qui régna à Grenade jusqu'en 1492.
217. Cité par M. Abed al-Jabri, *Introduction à la critique de la raison arabe*, Casablanca, Le Fennec, 1995.
218. Cité par M. Talbi, *Encyclopédie de l'Islam*, Leiden, Paris, Brill, 1975.
219. Mot créé au XIXe siècle par le philosophe français Auguste Comte.
220. André Miquel, « Préface », dans A. Abdesselem, *Ibn Khaldūn et ses lecteurs*, Paris, PUF, 1983.
221. Il préconisait de limiter le taux pour encourager le travail et stimuler la productivité.

222. Le changement de dynastie entre les Almoravides et les Almohades illustre la théorie sur le processus portant périodiquement des nomades au pouvoir avant une inévitable décadence des sociétés sédentaires.
223. B. Lewis, *Les Arabes dans l'histoire*, Paris, Flammarion, 1993.
224. Dans *De l'esprit des lois*, il démontre l'interdépendance juridique, économique, morale et religieuse de la vie sociale.
225. Dans *Le Prince,* il propose un art de gouverner sans préoccupation morale pour atteindre les buts.
226. Mohammed Arkoun, *op. cit.*
227. M. Arkoun, « Ibn Khaldūn », *Encyclopaedia Universalis*, Paris, A. Michel, 1997.
228. L'historien Ahmed ibn Mohammed al-Maqqarī (mort en 1631/941 H.) dressera plus tard un tableau saisissant de la société de l'Espagne musulmane.


صورة السرطان على ما يرى في الكرة
المنقوطة بالسواد
خارجة عن الصورة
صورة السرطان على ما يرى في السماء
جدول كواكب السرطان

Chapitre 9

ÉTAT DES LIEUX ET PERSPECTIVES

« En vérité, Dieu ne modifie point l'état d'un peuple, tant qu'ils [les gens de ce peuple] ne modifient pas ce qui est en eux-mêmes. »
Coran (sourate 13, verset 11)

« Dieu a prescrit la perfection en toute chose. »
Prophète Mahomet (570-632)

Nous aurions pu continuer indéfiniment cet exposé en citant des noms et des œuvres dans tous les domaines du savoir, tant l'apport arabe de l'époque classique fut riche et multiforme, dans l'élaboration de la science universelle comme dans la conception et l'organisation de l'activité humaine tournée vers les études et la recherche.

Nous essaierons de jeter un regard rétrospectif critique sur la civilisation arabo-islamique, en évoquant l'enchaînement des causes et des effets qui aboutit à sa grandeur, puis à son déclin. Nous aborderons ensuite, dans une approche prospective, les grands défis actuels à relever et les perspectives qui semblent s'offrir à court et moyen terme.

CONSIDÉRATIONS SUR LES CAUSES DE LA GRANDEUR

Il apparaît, à la simple lecture des pages précédentes, que la civilisation arabo-islamique fut à bien des égards splendide. Elle illumina le monde du début du IXe siècle à la fin du Moyen Âge (XVe siècle) avant de tomber en décadence, probablement pour avoir perdu « son équilibre entre le spirituel et le quantitatif, entre la finalité et la causalité[229] ».

Cet âge d'or de la pensée arabe, qui s'étendit sur plusieurs siècles et se traduisit par un apport scientifique et technique particulièrement enrichissant pour le progrès humain, s'accompagna d'un esprit de tolérance et d'ouverture remarquable dans la recherche, l'assimilation et la diffusion du savoir.

À son apogée, la civilisation arabo-islamique réussit à articuler harmonieusement raison et révélation, donc science et foi. En Islam, en l'absence d'un magistère ou d'une institution officielle habilités à commenter de façon

orthodoxe la Parole divine (Coran) et la Tradition prophétique *(ḥadīth)*, l'interprétation du donné religieux était restée assez large, ce qui permettait à différentes doctrines théologiques et philosophiques de coexister, voire de s'affronter ; une telle possibilité assura une certaine liberté, nécessaire à la réflexion dans tous les domaines et au développement de la recherche scientifique[230]. Ces conditions, jointes à une autorité stable ayant adopté une politique éclairée en matière de développement culturel et scientifique, contribuèrent largement à l'éclosion et à l'épanouissement du monde arabo-musulman.

Les savants et les érudits furent entourés de maints égards et bénéficièrent du soutien des califes et de divers mécènes qui mirent à leur disposition tous les moyens institutionnels, financiers et matériels nécessaires pour cultiver le savoir, se consacrer entièrement à la recherche, à toute forme de production intellectuelle, et transmettre leurs connaissances et leurs travaux. À cet égard, on peut rappeler le rôle important du calife Al-Ma'mūn (mort en 833/218 H.), qui favorisa le mouvement de traduction « en fondant le *Bayt al-Hikma* ou Maison de la Sagesse, où travaillèrent des chercheurs dont la rigueur méthodologique et l'érudition sont rarement égalées dans le monde arabe actuel[231] ». On peut également citer le calife Al-Mu'tadīd (mort en 902/289 H.), qui alla jusqu'à installer, dans son propre palais, des logements et des salles de cours pour de grands érudits invités à y enseigner, tout en étant largement rétribués.

Une des raisons du remarquable essor intellectuel du monde arabo-mulsulman fut la liberté de discussion et l'esprit critique qui y prévalaient. Ainsi s'opéra-t-il un intense mouvement d'échange : les savants effectuaient souvent de longs et pénibles voyages pour aller s'informer, apprendre et découvrir le monde, ouvrant alors des voies de communication qui furent largement exploitées jusqu'à la fin de la Renaissance, moment où la science occidentale prit le relais.

La science arabe exerça une influence considérable dans l'émergence et l'essor de cette science occidentale, et, pour ne citer que l'astronomie, la révolution copernicienne aurait été impossible sans Ptolémée et les remarquables observations et tables astronomiques arabes parvenues en Occident à travers l'Espagne, la Sicile et Byzance.

Les réminiscences de cette période faste subsistent encore à travers de multiples vestiges et grâce aux nombreux vocables qui émaillent, pour toujours, le langage universel de la science et de la technique.

CONSIDÉRATIONS SUR LES CAUSES DU DÉCLIN

Le magnifique élan intellectuel et scientifique qui marqua la dynastie des Abbassides s'arrêta au XVe s./IXe H. Si les raisons de ce que George Sarton, historien contemporain des sciences, appelle « le miracle de la culture arabe »

sont relativement faciles à comprendre et à expliquer, celles de la décadence, en revanche, sont fort complexes à analyser et à exposer en quelques lignes. On s'interroge encore sur les causes profondes de cette évolution de la civilisation arabo-islamique, qui passa d'une situation dominante et active à un état léthargique et décadent. La vie culturelle – intellectuelle notamment – se développe ou s'étiole et meurt selon qu'elle trouve un environnement propice ou un milieu hostile et destructeur. Toutefois, l'islam est hors de cause pour avoir été, dès le départ, un stimulant à la recherche de la connaissance plutôt qu'un facteur de stagnation ou de régression, contrairement à certains préjugés qui s'emploient à en faire une religion figée rendant ses fidèles incapables de s'adapter aux réalités d'un monde en perpétuelle mutation.

Or, l'innovation est le ferment du savoir, et même de tout développement ; aussi, pour avoir cessé d'innover, de créer, de se renouveler et au besoin de s'adapter aux changements, le monde arabo-musulman finit-il par amorcer sa chute dès la fin du XIIIe s./VIIe H., et l'on assiste depuis à l'ankylose continue de la pensée arabe, en particulier scientifique. Vivant désormais en marge de l'histoire, l'ensemble arabo-musulman finit par s'enfoncer dans une résignation débouchant sur une absence de vision et une étroitesse de pensée qui le conduisirent irrémédiablement au déclin.

Parmi les facteurs internes à l'origine de ce long processus de régression, il y a lieu de signaler le ralentissement, puis l'arrêt des activités de recherche, tandis que l'enseignement scientifique se bornait de plus en plus à l'exposé des idées, des techniques et des résultats antérieurement acquis, sans pratiquement aucune démonstration ni tentative d'approfondissement ou de perfectionnement. Ces facteurs furent induits par de nombreuses autres causes, soit économiques, avec le tarissement graduel des ressources, soit politiques, avec l'émiettement du pouvoir central que précipitèrent les invasions dévastatrices venues d'Asie centrale (notamment celles des Turcs Seldjoukides et des Mongols) et les croisades d'Occident. Les invasions des Mongols, en particulier, causèrent un si effroyable désastre que l'historien Ibn al-Athīr les décrit comme étant « la plus grande calamité qui se soit abattue sur l'humanité ». En effet, la conquête de Bagdad et la destruction du califat abbasside par les Mongols en 1258/656 H. furent considérées comme une catastrophe majeure dans l'histoire de l'Islam et marquèrent profondément la fin d'une époque.

Ces divers facteurs eurent pour effet d'ébranler tout l'ordre précédemment établi, bouleversant l'édifice intellectuel et entraînant la stagnation, voire la stérilité, de la science arabe. C'est ainsi que, dès le XIVe siècle, s'amorça un déclin d'ensemble assez net de la pensée arabe, tandis que s'affirmait progressivement la vitalité de l'Occident.

L'analyse des éléments qui présidèrent à l'innovation scientifique et technique peut aider à appréhender les causes déterminantes de la régression de la science et de la technique arabes, mais aussi à identifier les obstacles

et défis majeurs auxquels est confronté leur développement dans le monde actuel. Sans prétendre à une quelconque exhaustivité dans l'appréhension des causes, on pourrait cependant recenser certaines crises, phases critiques ou ruptures qui contribuèrent de façon décisive à infléchir le processus de développement de la pensée scientifique arabe.

La crise politique liée au morcellement et à l'instabilité des États, l'absence de toute référence à une idéologie unitaire unanimement admise, la multiplicité des centres de pouvoir et de décision au gré des intérêts de clans et, surtout, la mise à l'écart presque systématique des hommes d'idées ou d'action eurent pour corollaire la montée en puissance de personnages souvent médiocres, sans grande vision d'avenir et mal préparés à des responsabilités étatiques.

La crise morale découlant de la perte d'idéal et de la plupart des vertus cardinales qui fondent la grandeur morale de l'homme, mais découlant également d'autres déviations, se traduisit par une tendance vers l'absence de scrupules, le recours à l'artifice, l'abandon de tout effort de volonté et surtout le refus, voire le mépris de la vérité et de la justice.

La crise intellectuelle résultant d'un manque d'intérêt pour toutes les activités touchant aux choses de l'esprit se manifesta par un net recul de l'effort d'imagination et de recherche. D'où un déficit sensible de créativité qui entraîna une stagnation de la pensée, aggravée par l'absence de liberté d'expression, les sévères restrictions à tout exercice de la critique ou à tout jugement intellectuel non conformiste et, surtout, l'apparition de courants d'opinions hostiles à tout progrès scientifique.

La crise économique et sociale se traduisit par la précarité et la détérioration des conditions générales de vie résultant d'une régression des échanges et production des biens naturels ou manufacturés, à la suite d'une instabilité politique chronique, de l'insignifiance des investissements productifs et de la presque absence de toute politique de promotion sociale et de toute innovation technologique.

Cette réflexion désabusée d'un penseur arabe contemporain[232] résume la situation globale : « Du temps où les Arabes regardaient vers le Ciel, Dieu leur a offert et le Ciel et la Terre ; ne regardant plus que vers la Terre, ils ont perdu et la Terre et le Ciel. »

L'esprit de conquête et d'ouverture, l'attitude positive et agissante d'antan qui, partant de la réalité objective et s'appuyant sur la volonté et la créativité, permirent le magnifique essor du monde arabo-musulman finirent par céder place à l'inaction, au goût de la facilité et du lucre. Certains ont pu déplorer cette nouvelle attitude frileuse et pusillanime, qui conduisit à l'abdication de tout effort de dépassement au profit d'une interprétation intuitive ou mystique des choses et d'un esprit spéculatif qu'entretiennent jusqu'à nos jours de stériles débats idéologiques.

L'agonie de la civilisation arabo-islamique coïncida avec l'essor du monde occidental. En effet, la réaction contre les courants philosophiques d'inspiration grecque – à la suite notamment de l'œuvre d'Al-Ghazālī –, la montée du dogmatisme et le recul de la connaissance discursive en Orient intervinrent précisément à une époque (XIIe et XIIIe siècles) où l'Occident s'ouvrait largement au rationalisme et à une nouvelle perception de la science et de la philosophie, qui connaîtront leur plein épanouissement après la Renaissance. Ainsi, tandis que le monde arabo-musulman s'engageait dans un mouvement de reflux intellectuel entraînant l'assujettissement de toute réflexion à la gnose, l'Europe renaissante entreprenait d'élaborer une science de la Nature répondant presque exclusivement à des exigences de rationalité ou à des considérations à caractère matériel et quantitatif. En somme, pendant que l'Orient, en déclin, gagnait en spiritualité, l'Occident, en pleine renaissance, gagnait en matérialité ; mais peu à peu le second supplanta le premier sur le plan scientifique et technique avant de le dépasser, dès la fin du Moyen Âge, pour le distancer très largement de nos jours.

Confinée déjà dans des limites étroites par le formalisme juridique et le dogmatisme, confrontée en outre à de difficiles périodes d'effacement sous diverses dominations – turque, puis européenne –, la brillante culture arabo-islamique finit par s'étioler dès le XVe siècle, pour tomber en léthargie pour des siècles.

La situation actuelle de la recherche scientifique et technique dans le monde arabo-musulman apparaît plutôt favorable, avec la prise de conscience du retard accumulé face à un monde en mutation rapide et dans un contexte de mondialisation, de concurrence sans merci et de compétitivité effrénée. Toutefois, une volonté politique plus ferme, des structures mieux adaptées et des moyens plus conséquents font encore défaut, un tel état des choses résultant d'une mauvaise appréciation par les décideurs du rôle primordial de la science et de la technique dans tout processus de développement.

Une concomitance étroite a pu être établie entre cette faillite de la science arabe et l'apparition d'une nouvelle perception du savoir et des savants : les pouvoirs publics n'accordant plus suffisamment d'intérêt et de subventions aux savants ni aux institutions de savoir, aucune recherche n'est donc plus encouragée ni soutenue. En outre, le savant et le chercheur arabes ont fini par perdre leur liberté de création, de multiples contraintes ou restrictions limitant leur champ de réflexion et d'action. Or, l'histoire des idées établit clairement qu'une certaine liberté est indispensable aux opérations de la pensée et à l'exercice de la raison. Aussi, pour paraphraser Beaumarchais[233], pourrait-on énoncer que, sans la liberté de penser, il n'y a point d'esprit critique et inventif.

C'est ainsi que le terrain jadis si fertile de la pensée arabe a été laissé en friche, faute de créativité, et que l'impressionnante moisson de connais-

sances et d'acquisitions scientifiques engrangée par les Arabes ne représente plus qu'une somme de traditions dont l'efficacité et la portée s'affaiblissent continûment.

RENAISSANCE CONTEMPORAINE ET PERSPECTIVES D'AVENIR

Après avoir largement occupé le devant de la scène mondiale pendant des siècles et avoir été, sans conteste, à la pointe du progrès humain durant presque tout le Moyen Âge, le monde arabo-musulman sombra, à l'aube des temps modernes, dans une longue et profonde léthargie jusqu'à l'époque contemporaine. Cependant, un tel monde, riche d'un passé prestigieux et berceau d'une des plus brillantes civilisations de l'humanité, ne pouvait se résoudre à végéter dans la voie de la médiocrité et de la décadence, en marge de l'histoire. Dès la fin du XIXe siècle, prenant conscience de son état d'arriération matérielle, des voix s'élevèrent pour préconiser des réformes. C'est ainsi que s'amorcèrent un second souffle créateur et un regain d'activité intellectuelle avec la *Nahda* (Renaissance), mouvement de renouveau culturel et littéraire, qui toucha aussi la religion avec l'apparition du courant réformiste *salafiyya*[234] (retour aux Anciens).

Pour la *Nahda*, si le monde musulman connaît un si long déclin et si les Arabes finissent par devenir les objets plutôt que les sujets de l'histoire, une telle situation est à imputer à plusieurs facteurs allant du relâchement de l'observance des commandements de l'islam à l'affaiblissement ou la destruction de la brillante culture arabo-islamique de l'époque classique, à la suite des interminables dissensions internes et des invasions étrangères répétées. C'est ainsi que des intellectuels musulmans de la fin du XIXe siècle furent conduits à jeter un regard critique sur les causes de l'enlisement général, puis, mesurant l'ampleur du retard scientifique et technique accumulé, aggravé par la pénible situation de sujétion qui en découla, s'employèrent à secouer la société islamique pour la sortir de sa torpeur et l'ouvrir à la modernité.

Cependant, l'énorme lueur d'espérance qui pointe toujours à l'horizon tarde à se manifester et à éclairer le monde arabo-musulman, bien que, çà et là, apparaissent quelques lueurs avec la mise en place d'universités modernes et d'institutions de recherche de haut niveau, pépinières d'une future éclosion intellectuelle et scientifique qui prendra en compte les valeurs sûres du passé et répondra aux impératifs de développement de notre monde actuel.

Le renouveau de la civilisation arabo-islamique apparaît déjà comme un des phénomènes majeurs de notre temps, même si ce monde reste encore confronté à des problèmes de tous ordres. En politique, on constate surtout la faiblesse de la participation ou de l'implication des masses à la conduite et à la gestion des affaires publiques, et donc à la prise en main de leur destin politique et économique. En économie, on ressent le besoin pressant d'une modernisation des moyens de production et d'une industrialisation plus

poussée des divers secteurs d'activités. Dans le domaine social, on assiste à une forte poussée démographique, à une concentration galopante des populations dans les agglomérations urbaines et à une lenteur des mutations sociales.

À ces problèmes généraux se rattachent des problèmes spécifiques, liés à un mauvais choix des priorités et des stratégies de développement, à des insuffisances dans la gestion des ressources humaines et matérielles, à la faiblesse de la programmation et de la coordination des actions, ainsi qu'à l'incapacité d'entreprendre les mesures nécessaires. Toutefois, il est rassurant de noter que, en dépit des difficultés énormes et de tous ordres qu'affronte globalement encore le monde arabo-musulman, certains pays ont déjà pu enregistrer des progrès significatifs en matière de développement scientifique et technique, et disposent d'une capacité d'action et de production appréciable sur la voie d'une renaissance industrielle moderne.

Le sous-développement n'est pas une fatalité ; la science et la technologie peuvent être assimilées et maîtrisées par n'importe quel peuple, quelle que soit sa culture (les nouveaux pays industrialisés d'Asie et bien d'autres pays émergents de par le monde en sont une illustration éloquente), pour peu qu'une volonté politique claire s'affirme résolument et sans rupture dans le temps. En effet, aucune civilisation, aucune société – même celle considérée primitive – n'est vouée irrévocablement à l'ignorance et au sous-développement. C'est ainsi que, par le passé, tous les peuples apportèrent leur contribution au savoir et au savoir-faire en général, même si certains y participèrent plus que d'autres.

La résolution de tous ces problèmes exige du temps, mais également un effort soutenu et méthodique, à condition toutefois que les difficultés soient abordées de front et traitées à fond, sans chercher de solutions faciles qui en escamotent l'essentiel, retardant ainsi les échéances. Par ailleurs, même si beaucoup de pays musulmans réalisent aujourd'hui l'importance capitale de la science et de la technologie en tant que facteurs essentiels de progrès social et économique, les moyens qu'ils consentent à cette fin paraissent encore nettement insuffisants, voire inopérants. À cet égard, on peut déplorer la situation actuelle dans les pays arabes, lesquels, malgré des atouts considérables – unité de langue, importance du potentiel économique et position géographique privilégiée –, ne parviennent pas à s'accorder sur une vision claire des enjeux et à élaborer une stratégie intégrée de développement permettant de promouvoir leur industrialisation en mettant en commun leurs gigantesques ressources.

Quant à la pensée arabe contemporaine, elle doit se rénover et éviter soigneusement de s'enfermer dans un débat stérile entre traditionalisme et modernisme : entre le refuge dans un passé révolu et toujours idéalisé et l'aliénation dans un présent occidentalisé et largement exalté[235]. Il s'impose donc la nécessité d'une dynamique culturelle nouvelle qui sache intégrer la

tradition et les acquis du passé, tout en prenant en compte les réalités et les défis de notre époque, car tout repli sur soi serait suicidaire ; il importe, plus que jamais, de savoir vivre et dialoguer avec l'autre, tout en affirmant sa culture et sa personnalité propres.

L'Islam, en tant que foi et mode d'organisation sociale, constitue un système dynamique capable de s'ouvrir largement sur le futur et même de le créer, à condition de veiller à élargir davantage son champ d'action pour ne pas l'enfermer dans un cadre étroit et sclérosant, et le confiner ainsi dans des positions figées qui en dénaturent l'esprit. Certes, la communauté islamique doit se tourner vers son passé pour y puiser les ressources indispensables à son affirmation identitaire, mais, face aux réalités d'un monde déjà réduit à un village planétaire, elle doit opérer rapidement les changements nécessaires fondant la modernité – et non le modernisme – pour apporter des réponses à ses multiples et complexes besoins de développement. Il faudrait donc œuvrer pour que les choses évoluent favorablement, en commençant par reconnaître que quelque chose ne va pas ou ne va plus et rechercher les voies et moyens permettant à terme d'asseoir une nouvelle et réelle conscience de développement, sans rejeter pour autant la tradition.

Si le monde arabe veut faire, selon le mot de Michel Aflaq « retour à cette attitude positive, agissante, volontaire et correcte, l'attitude qui consiste pour l'Arabe à dominer le destin », il lui faut développer une capacité de réappropriation de la science et de la technologie – comme l'a fait l'Occident à la fin du Moyen Âge – et créer les conditions véritables d'une libération de toutes les potentialités humaines et sociales en vue d'un développement global. Dans un monde où puissance économique et puissance scientifique vont de pair, les pays arabes devraient veiller à ce que leur politique scientifique et technologique prenne une forme plus ouverte et mieux structurée, afin que les activités scientifiques s'intègrent davantage dans le réseau des décisions au plus haut niveau. Le système d'enseignement joue un rôle de premier plan dans la société en tant qu'élément moteur du développement. À cet égard, une attention particulière devrait être accordée à la qualité des moyens mis en œuvre et à la pertinence des programmes d'enseignement, en tirant pleinement profit des nouvelles technologies de l'information et de la communication en vue d'acquérir des techniques, des compétences et des capacités d'analyse et de réflexion au-delà de la simple maîtrise cognitive des disciplines. Il conviendrait d'encourager et de renforcer la recherche scientifique, notamment dans tous les domaines ayant un effet direct sur le développement, en lui en consacrant un pourcentage conséquent du PIB, en raison de son importance comme moteur de compétitivité, de croissance et d'emploi.

Grâce à la science et à la technologie, l'Occident s'est rendu aujourd'hui « maître et possesseur de la nature[236] » et a pu s'arroger le droit d'imposer sa propre échelle de valeurs. Cependant, la science et la technologie ne

sont l'apanage exclusif d'aucun pays ou groupe de pays. De nouveaux pays émergents ont su intégrer les technologies avancées à leur production, et leurs ambitions scientifiques et technologiques s'affirment déjà à travers leurs multiples réalisations.

Quant à la communauté arabo-musulmane, elle saura puiser, dans ses immenses potentialités et dans ses convictions profondes, la force, les moyens et le sens des responsabilités nécessaires pour assumer pleinement son destin. Il faudra pour cela libérer toutes les énergies créatrices et favoriser l'émergence d'une véritable élite intellectuelle qui sera en mesure, sans se renier culturellement, de s'ouvrir à la modernité en cherchant à maîtriser la science et à contribuer ainsi à son impulsion en vue, comme par le passé, du progrès de l'humanité tout entière. Ce ne sont pas les richesses naturelles – non renouvelables pour la plupart et épuisables dans quelques décennies – qui seront déterminantes, mais bien l'homme[237] et la foi en ses capacités créatrices.

L'importance accrue du capital humain par rapport au capital physique, l'influence croissante de l'éducation et des connaissances scientifiques et techniques dans l'évolution globale du monde, l'effacement progressif des frontières sous le poids d'une économie fondée sur la science et de plus en plus mondialisée sont, entre autres, des données qu'il importe de prendre largement en considération dans toute politique de développement.

On peut se poser la question de savoir s'il est possible à la communauté islamique de prendre en charge les conquêtes de la science et de la technologie modernes sans « perdre son âme ». La réponse est oui, à condition toutefois de bien prendre soin d'opérer une distinction « entre les prescriptions coraniques qui sont immuables et celles – touchant les mœurs *(akhlāq)* et les relations sociales *(mu'āmalāt)* – susceptibles d'élucidations et d'aménagements[238] », distinction qu'avaient préconisée en leur temps plusieurs grands penseurs et théologiens, dont Al-Ghazālī et Ibn Taymiyya. La communauté islamique doit prendre conscience du fait que la science et la technologie sont bonnes dans l'ordre de la nature mais peuvent se révéler sources de mal, notamment en matière de religion ou d'éthique, si l'homme s'y abandonne corps et âme. Aussi la science et la technologie doivent-elles être prises exactement pour ce qu'elles sont : des conquêtes de l'intelligence créatrice qui peuvent contribuer considérablement à l'amélioration des conditions de vie de l'homme, mais que doivent inspirer et dominer les fins dernières véritables de la destinée humaine.

Il est réconfortant de constater que, partout dans le monde arabo-musulman, sans trahir ni renier la foi, se dessinent déjà les contours d'une politique nouvelle et volontariste de développement scientifique et technologique, même si les moyens mis en œuvre et la qualité de la formation dispensée sont encore relativement modestes au regard des compétences à acquérir et des objectifs à atteindre. Malgré quelques réussites indéniables[239] restent encore

des problèmes sérieux à résoudre : la faillite du système éducatif, l'exode des cerveaux et l'absence d'un cadre motivant pour le développement scientifique et technologique.

L'importance des enjeux et l'ampleur des avancées scientifiques et technologiques qui se profilent imposent aux décideurs arabes la définition de toute urgence d'un plan d'action qui s'articulerait autour d'une stratégie novatrice à même de promouvoir la science et la technologie, d'encourager toutes les formes de coopération et de partenariat et d'assurer la meilleure utilisation possible de la science pour asseoir un développement durable.

Quant à la civilisation arabo-islamique, si brillante jadis, il est remarquable et rassurant de noter que, malgré les terribles épreuves subies, elle demeure toujours vivante. La richesse de son passé, sa profonde unité, mais aussi ses multiples facettes modelées des siècles durant par divers peuples musulmans, restent parmi ses atouts les plus importants.

Certes, toutes les civilisations sont mortelles, mais toutes aussi apportent aux peuples qui les ont créées la preuve de leur aptitude à en recréer. En dépit des difficultés de tous ordres qui restent encore à surmonter, le monde arabo-musulman recèle toutes les potentialités nécessaires à une nouvelle rencontre fécondante entre l'Orient et l'Occident, pour le bienfait de l'humanité.

NOTES

229. Malek Bennabi, *Vocation de l'Islam*, Paris, Le Seuil, 1957.
230. Au début de l'époque abbasside, les nombreux débats et travaux relatifs à la validation du message prophétique et à l'interprétation de la Loi, du fait de leur dimension critique et du souci de recherche poussée de vérification, contribuèrent à asseoir un esprit scientifique.
231. Mohammed Arkoun, *La Pensée arabe*, Paris, PUF, 1979.
232. Le Syrien Michel Aflaq (1910-1994), fondateur du parti *Ba'th* (Résurrection).
233. Écrivain français (1732-1799) pour qui : « Sans la liberté de blâmer, il n'y a point d'éloge flatteur. »
234. Ce courant de pensée réformiste, fondé par l'Afghan Jamāl al-Dīn al-Afghānī (1838-1897) et l'Égyptien Mohammed Abduh (1849-1905), prône l'*ijtihad* (effort personnel de réflexion) en vue de rénover l'islam pour le rendre apte à intégrer les apports du monde moderne tout en se rattachant, sur le plan religieux, à la pureté, à la norme ancestrale des Anciens *(Salaf).*
235. Pour le philosophe marocain Mohammed Abed al-Jabri, le penseur arabe contemporain est « borné par sa tradition et accablé par son présent ».
236. Expression du philosophe français René Descartes.
237. Jean Bodin (1530-1596) disait à ce propos : « Il n'est de richesses que d'hommes. »
238. Louis Gardet, *L'Islam, religion et communauté*, Paris, Desclée de Brouwer, 1967.
239. De nombreux savants et chercheurs se font déjà remarquer dans tous les domaines de la science et de la technologie, comme le Pakistanais Abdus Salam, prix Nobel de physique 1979 et l'Égyptien Ahmed Zewail, prix Nobel de chimie 1999.

الزورق وليكن طرف ذيل القميص ازل من حافة الزورق
شيئ يسير واذا تحرر ذلك نثقب ارض الزورق ويتخذ
على النقب خرزة من جزع في ثقبها ضيق ويوضع الزورق
على سطح الماء ويعتبر بطرجهار مصحح او بآلة ارتفاع ويوسع
من ثقب الخرزة حتى يدخل فيها الماء في مدة ساعة ما
يملأ الزورق حتى يغوص وامثل صورة الزورق

Annexe 1

LEXIQUE

A

Adab : connaissances indispensables à l'*adīb* (l'honnête homme).

ʿadad : nombre ; numéro.

ʿadāla : justice ; équité.

Adwiya (sing. *dawā*) : remède.

ʿahd : alliance ; pacte.

Ahl : « gens » ; groupe d'hommes.

Ahl al-bayt : « gens de la Maison » (famille du Prophète).

Ahl al-hadīth : « gens du *hadīth* » (traditionnistes).

Ahl al-kitāb : « gens du Livre » (juifs et chrétiens).

Ahl al-sunna : « gens de la Tradition » (sunnites).

ʿajab (pl. *aʿjab*) : merveille ; étonnement.

Akhbār (sing. *khabar*) : énoncés informatifs (traditionnels) ; traditions.

Akhlāq : mœurs ; morale ; éthique ; moralité.

Āla (pl. *ālāt*) : instrument ; outil ; appareil.

ʿālam : monde ; Univers.

ʿālam al-ghayb : monde invisible/caché.

ʿamal : acte ; action ; emploi.

ʿaqīda : article/profession de foi ; croyance ; dogme ; credo.

ʿaql : raison ; intellect ; intelligence ; esprit ; entendement.

Ard : Terre ; globe (terrestre).

Asabiyya : solidarité ; « esprit de corps ».

Asāla : authenticité ; originalité.

Asbāb (sing. *sabab*) : conditions ; circonstances ; causes ; motifs ; raisons.

Asl (pl. *usūl*) : source ; fondement ; base.
Athar (pl. *āthār*) : vestiges ; traces ; traditions.
Āyāt (sing. *āya*) : signes ; versets coraniques.

B

Bahr (pl. *bihār*) : mer.
Bahs (pl. *buhūs*) : recherche ; prospection ; étude.
Balad (pl. *buldān*) : pays ; contrée.
Ba'th : rappel (à la vie) ; résurrection ; restauration.
Bātin : ésotérique ; secret ; interne.
Bayt : chambre ; maison.
Bid'a : innovation (blâmable).
Burhān : argument ; raisonnement ; témoignage.

C

Charī'a : Loi musulmane.

D

Dā'ira : cercle ; circonférence ; tour.
Dalīl (pl. *adilā*) : preuve ; gage ; guide ; catalogue.
Damīr : conscience.
Dār : maison ; monde.
Dawla (pl. *duwal*) : État ; nation ; gouvernement ; pouvoir.
Dawra : cycle ; rotation ; révolution.
Dīn : religion.
Dustūr : constitution politique ; charte.

F

Fadīla : vertu ; qualité ; perfection.
Falāsifa (sing. *faylasūf*) : philosophes.
Falsafa : philosophie.
Fatwā : avis/consultation/décision juridique.
Fikr : pensée ; méditation ; idée ; esprit.
Fiqh : science de la Loi ; droit musulman ; jurisprudence.
Fitna : épreuve ; discorde ; trouble ; sédition.
Fuqahā (sing. *faqīh*) : jurisconsultes ; hommes de loi ; érudits.

G

Ghayb : mystère ; invisible ; secret.

H

Hadasa (pl. *ahdās*) : événement ; fait ; épisode.
Hadd (pl. *hudūd*) : limite ; peine prescrite.
Hadīth : parole, fait ou geste du Prophète ; science de la Tradition du Prophète.
Hajj : pèlerinage à La Mecque.
Haqq : vérité ; réalité ; droit.
Hijra : émigration ; exil ; exode ; hégire.
Hikma : sagesse.
Hisāb : calcul ; compte.
Hujja : preuve ; argument ; justificatif.
Hukm (pl. *ahkām*) : statut ; autorité ; arrêt.

I

Ijmā : accord unanime ; consensus des docteurs de la communauté.
Ijtihād : effort de recherche et d'interprétation (à base scripturaire).
Ijtimā' : assemblée ; société humaine.
'ilm (pl. *'ulūm*) : science ; savoir ; connaissance.
'ilm al-ahyā : biologie.
'ilm al-akhlāq : éthique ; morale.
'ilm al-asnān : odontologie.
'ilm al-āthār : archéologie.
'ilm al-bihār : océanographie.
'ilm al-falak : astronomie.
'ilm al-handasa : géométrie.
'ilm al-hayawān : zoologie.
'ilm al-hisāb : arithmétique ; calcul.
'ilm al-ijtimā' : sociologie.
'ilm al-kalām : théologie scolastique.
'ilm al-ma'ādin : minéralogie.
'ilm al-mantiq : logique.
'ilm al-musalāsāt : trigonométrie.
'ilm al-nabāt : botanique.
'ilm al-nafs : psychologie.
'ilm al-sihha : hygiène.
'ilm al-taghdhiya : diététique.
'ilm al-tarbia : pédagogie.
'ilm al-tawhīd : théologie.

ʿilm al-zirāʿa : agronomie.
ʿilm tabaqāt al-ard : géologie.
Imām : guide de la communauté ; guide de la prière.
Imān : foi ; croyance.
Insān/Insāniyya : homme ; être humain/humanité ; genre humain.
Iqlīm : climat.
Iqtisād : économie.
Irāda : désir ; intention ; volonté.
Ishrāq : philosophie illuminative.
Isnād : chaîne des transmetteurs (d'une tradition).
Istislāh : considération de l'intérêt général.
Iyān : observation ; constatation directe.

J

Jabr : algèbre.
Jāhiliyya : ignorance ; paganisme/état d'ignorance antéislamique.
Jamāʿa : assemblée ; communauté ; groupe ; collectivité.
Jāmiʿa : université.
Jihād : effort sur le chemin de Dieu ; appel à la foi ; guerre sainte.
Jirāha : chirurgie.
Jism (pl. *ajsām*) : corps ; organisme.

K

Kalām : parole ; discours ; langage/Verbe ; théologie rationalisante.
Kasb : acquisition ; avantage ; gain ; bénéfice ; profit.
Kawkab (pl. *kawākib*) : astre ; corps céleste ; planète.
Khalīfa : calife.
Khalq : création ; créature ; acte de création ; être vivant.
Kharīta (pl. *khara'īt*) : carte (géographique).
Khāssa : élite ; groupe social privilégié.
Khayr : bien ; bonheur ; avantage.

M

Madhhab (pl. *madhāhib*) : rite ; confession religieuse ; école juridique.
Madīna : cité ; ville.
Madrasa : école ; collège.
Malāk : ange.
Malik : roi.
Mamlaka (pl. *mamālik*) : royaume ; empire.

Marad (pl. *amrād*) : maladie ; affection.
Ma'rifa : connaissance ; savoir ; instruction.
Masjid (pl. *masājid*) : mosquée ; lieu de prière.
Maslaha : intérêt général ; utilité générale ; bien public.
Mīzān (pl. *mawāzīn*) : balance ; critère ; mesure.
Mu'ādala : égalité ; équation.
Mu'ālaja : traitement ; remède ; thérapeutique.
Mufti : jurisconsulte qui délivre un avis, une consultation.
Mu'jiza (pl. *mu'jizāt*) : miracle ; prodige.
Mujtahid : qui pratique l'effort personnel.
Mukhtasar : abrégé ; précis ; résumé.
Mulk : souveraineté ; royauté temporelle.
Muqaddima : introduction ; prolégomènes ; préface ; préambule.
Mutakallim (pl. *mutakallimūm*) : docteur en science du *kalām* ; « théologien ».

N

Nabāt (pl. *nabātāt*) : plante ; végétal.
Nabātāt tibbiyya : plantes médicinales ; simples.
Nabī : prophète.
Nadhariyyā : théorie ; doctrine.
Nafs : âme ; souffle.
Nahda : essor ; réveil ; renouveau/renaissance arabe.
Najm (pl. *nujūm*) : étoile ; astre ; corps céleste.
Nihāya : fin ; aboutissement ; limite.
Niyya : intention.
Nūr : lumière ; lueur ; clarté.

Q

Qadar : capacité ; libre arbitre ; destinée ; destin.
Qādī : juge musulman ; cadi.
Qalam : plume ; calame.
Qamar : lune.
Qānūn : règle ; base (juridique) ; code ; droit ; loi ; statut.
Qawm (pl. *aqwām*) : nation.
Qibla : direction de la prière (vers La Mecque).
Qīma : valeur ; mérite.
Qiyās : raisonnement par analogie ; syllogisme.

R

Ramadān : jeûne légal.
Rasūl (pl. *rusul)* : envoyé/messager de Dieu.
Ra'y : avis personnel ; idée ; opinion ; jugement prudentiel.
Ribat : couvent ; camp.
Rihla : voyage ; périple ; relation de voyage.
Risāla (pl. *rasā'il*) : épître ; traité ; essai.
Rūh (pl. *arwāh*) : âme ; esprit ; souffle vital.

S

Salafiyya : mouvement réformiste (musulman).
Salām : paix ; salut ; sécurité.
Salāt : prière rituelle.
Samā' (pl. *samawāt*) : ciel ; firmament.
Samt : azimut.
Samt al-qadam : nadir.
Samt al-ra's : zénith.
Sawm : jeûne ; carême.
Saydala : pharmacie ; pharmacopée.
Shahāda : profession de foi (musulmane) ; témoignage.
Shams : Soleil.
Shart (pl. *shurūt*) : condition ; clause ; convention.
Shifā : guérison ; cure.
Sifr : zéro.
Sīra : vie ; biographie ; comportement.
Sūfī : mystique (musulman).
Sunna : usage ; coutume ; Tradition du Prophète.
Sūra (pl. *sūrāt*) : sourate coranique.

T

Tabaqa : classe ; caste ; couche ; catégorie.
Tabī'a : nature ; caractère.
Ta'dīl : équilibre ; équilibrage ; ajustement ; ajustage.
Tafsīr : exégèse ; explication ; interprétation/commentaire du Coran.
Tajrib (pl. *tajārib*) : expérience ; épreuve ; expérimentation.
Taqdīr : appréciation ; évaluation ; estimation.
Tārīkh : histoire ; chronique ; annale.
Tarīqa (pl. *turuq*) : voie spirituelle ; confrérie religieuse.
Tasawwuf : mystique (musulmane).

Tatbīq : pratique ; application.
Tawhīd : affirmation de l'unicité divine.
Ta'wīl : interprétation (des écrits).
Thaqāfa : culture ; instruction.
Tibb : médecine.
Tibb al-'uyūn : ophtalmologie.
Turāth : héritage ; patrimoine.

U

'ulamā' (sing. *'ālim*) : savants ; érudits ; connaisseurs/docteurs en sciences religieuses.
'ulūm 'aqliyya : sciences rationnelles.
'ulūm bashariyya : sciences humaines.
'ulūm bātiniyya : sciences occultes.
'ulūm daqīqa : sciences exactes.
'ulūm dīniyya : sciences religieuses.
'ulūm naqliyya : sciences traditionnelles.
'ulūm tabī'iyya : sciences naturelles.
Umma : communauté (musulmane) ; nation.
'umrān : peuplement et mise en valeur.
Usūl (sing. *asl*) : sources ; fondements ; principes fondamentaux (d'une science).
Usūl al-fiqh : sources/fondements du droit.

W

Wahda : unité ; union ; identité.
Wahy : révélation.
Wasat : juste milieu.
Wujūd : être ; existence.

Y

Yaqīn : certitude ; assurance ; conviction.
Yawm : jour.
Yawm al-dīn : jour du Jugement.
Yawm al-qiyāma : jour de la Résurrection.

Z

Zāhir : visible ; apparent ; interne ; (sens) obvie.
Zakāt : aumône légale.
Zaman : époque ; période ; temps.

Zandaqa : athéisme ; dualisme ; manichéisme ; libre pensée.
Zāwiya : confrérie religieuse ; centre de vie et d'enseignement religieux.
Zīj (pl. *azwāj*) : table astronomique.
Zindiq (pl. *zanādiq*) : libre penseur ; athée.

Annexe 2

QUELQUES MOTS ET NOMS D'ORIGINE ARABE

MOTS SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES OU D'USAGE COURANT

Mathématiques/Astronomie/Astrologie

albédo *(al-bayād)* ; algèbre *(al-jabr)* ; algorithme *(Al-Khwārizmī)* ; almicantarat *(al-muqantara)* ; azimut (altération de *samt*) ; azur *(lāzaward)* ; chiffre *(sifr)* ; nadir *(nazīr al-samt)* ; sinus (vient de *jayb*) ; zénith *(samt al-ra's)* ; zéro (*sifr*).

Chimie/Pharmacie/Droguerie

alambic *(al-inbīq)* ; alcali/alcalin *(al-qil'yi)* ; alcaloïde *(al-qilwanī)* ; alchimie/chimie *(al-kīmiyya)* ; alcool/aldéhyde *(al-kuhūl)* ; alizari/alizarine *(al-usāra)* ; aludel *(al-uthāl)* ; amalgame *(al-majma'a)* ; ambre *('anbar)* ; aniline *(nīla)* ; antimoine *(ithmid)* ; athanor *(al-tannūr)* ; benjoin/benzène/benzine *(lubān jāwi)* ; borax *(buwraq)* ; camphre *(kāfūr)* ; candi *(qandī)* ; carmin *(qirmiz)* ; colcotar *(qulqutār)* ; élixir *(al-iksīr)* ; haschisch *(hāshish)* ; julep *(julāb)* ; kermès *(qirmiz)* ; laque *(lakk)* ; marcassite *(marqashītā)* ; natrum ou natron *(natrūn)* ; réalgar *(rehj al-ghar)* ; santal *(sandal)* ; séné *(sanā)* ; soude *(sūwād)* ; tamarin *(tamr hindī).*

Botanique/Zoologie/Géographie

alezan *(al-hisān)* ; alfa *(halfā')* ; alkékenge *(al-kākanj)* ; azerole *(al-zu'rūr)* ; bédégar *(bādawar)* ; caroube *(kharūb)* ; civette *(zabād)* ; cumin *(kamūn)* ; erg *(erg)* ; estragon *(tarkhūn)* ; gazelle *(ghazāla)* ; gerboise *(yarbū)* ; girafe *(zarāfa)* ; kali *(qali)* ; ketmie *(khatmi)* ; mousson *(mawsim)* ; nénuphar *(nawfar)* ; oued *(wad)* ; récif *(rasīf)* ; reg *(reg)* ; sacre *(saqr)* ; safran *(za'farān)* ; simoun *(samūn)* ; sirocco *(sharqī)* ; typhon *(tufān)* ; varan *(waral).*

Alimentation/Horticulture/Confiserie

abricot *(al-barqūq)*; alkermès *(al-qirmiz)*; arak *(ʻaraq)*; artichaut *(al-khurshūf)*; aubergine *(al-badhinjān)*; café *(qahwa)*; couscous *(kuskus)*; épinard *(isbinākh)*; jasmin *(yāsamīn)*; lilas *(laylak)*; limon/limonade *(laymūn)*; muscade *(misk)*; orange *(nāranj)*; pastèque *(bittīkha)*; rahat-loukoum *(rāhat al-hulqūm)*; riz *(ruzz)*; safran *(zaʻfarān)*; sirop *(sharāb)*; sorbet *(sharbāt)*; sucre *(sukkar).*

Textile/Habillement/Cosmétique

babouche *(bābūj)*; basane *(bitāna)*; burnous *(burnus)*; cafetan *(qaftān)*; camelot *(shamlat)*; chéchia *(shāshiyya)*; coton *(qutn)*; damas *(dimaqs)*; gaze *(gaza)*; kohol/khôl *(kuhl)*; mousseline *(mawsilī)*; musc *(misk)*; satin *(zaytūni)*; savate *(sabāt)*; talc *(talq).*

Habitation/Ameublement/Ornementation

alcarazas *(al-karāz)*; alcazar *(al-qasr)*; alcôve *(al-qubba)*; arcanne *(al-hinnā')*; carafe *(gharrāf)*; divan *(dīwān)*; douar *(duwār)*; hammam *(hammām)*; matelas *(matrūh)*; sofa *(suffa)*; tasse *(tāsa.*

Navigation/Commerce/Artisanat

amiral *(amīr al-bahr)*; arsenal *(dār al-sināʻa)*; aval *(hawāla)*; avarie *(awār)*; calfatage *(jalfata)*; chébek *(shabbāk)*; damasquinage *(dimqasa)*; douane *(dīwān)*; felouque *(fulūka)*; gabelle *(qabāla)*; magasin *(makhāzin)*; maroquin/maroquinerie (du Maroc ou *Maghreb*); tarif *(taʻrifa).*

Musique/Jeux/Loisirs

carrousel *(kurraj)*; échec et mat *(shāh mat)*; guitare *(qīthāra)*; luth *(al-ʻūd)*; nouba *(nūba)*; raquette *(rāhat)*; rebec *(rabāb)*; safari *(safar)*; tambour/tambourin/timbale (*tabāl*).

Mots usuels divers

alfange *(al-khanjar)*; algarade *(al-ghāra)*; alidade *(al-ʻidāda)*; almanach *(al-manākh)*; assassin *(hashshāshī)*; avanie *(ihāna)*; baraka *(baraka)*; bédouin *(badwī)*; bled *(balad)*; cadi *(qādi)*; caïd *(qā'id)*; calibre *(qālib)*; calife *(khalīfa)*; carat *(qīrāt)*; cheikh *(shaykh)*; émir *(amīr)*; fakir *(faqīr)*; fanfaron (*farfār*); farde/fardeau *(farda)*; goudron *(qatrān)*; gourbi *(qurbī)*; harem (*harīm*); hasard *(al-zahr)*; hégire *(hijra)*; henné *(hinnā')*; imam *(imām)*; lapis-lazuli *(lāzaward)*; marabout *(murābit)*; médersa *(madrasa)*; méhari *(mahriya)*; mesquin *(miskīn)*; minaret *(manāra)*; momie (*mūmiyā'*); mosquée *(masjid)*; muezzin *(muadhīn)*; mufti *(mufti)*; musulman *(muslim)*; nacre *(naqqāra)*; naphte *(naft)*; noria *(nāʻūra)*; pacha *(bāshā)*; rame de papier *(rizma)*; razzia *(ghazwa)*; salamalec *(salām alayk)*; sarabande (*serbend*); sébile *(sabīl)*; séide *(zayd)*; souk *(sūq)*; sultan *(sultān)*; talisman *(tilasm)*; toubib *(tabīb)*; vizir *(wazīr)*; zouave *(zuwāwī).*

Noms d'étoiles parmi les plus brillantes du ciel (avec les constellations auxquelles elles appartiennent)

Achernar/*Aqsa al-nahr* (Éridan) ; Aldébaran/*Al-dabarān* (Taureau) ; Altaïr/*Al-tayr* (Aigle) ; Bételgeuse/*Bayt al-jawza* (Orion) ; Deneb/*Dhanab* (Cygne) ; Fomalhaut/*Fam al-hūt* (Poisson austral) ; Rigel/*Rijl* (Orion) ; Rigel Kentarus/*Rijel al-qantar* (Centaure) ; Sirius/*Al-Shira* (Grand Chien) ; Véga/*Al-nasr al-wāqi'* (Lyre)…

Et de nombreuses autres étoiles, moins brillantes, dans presque toutes les constellations, comme : Al-Aghreb/*Al-Aqrab* (Scorpion) ; Al-Daramin/*Al-dar al-āmin* (Céphée) ; Algol/*Al-ghūl* (Persée) ; Al-Markab/*Al-markab* (Pégase) ; Al-Roukaba/*Al-rukaba* (Petite Ourse) ; Ras Alhague/*Ra's al-hatha* (Ophiucus) ; Saïph/*Sayf* (Orion)…

BIBLIOGRAPHIE

Nous avons consulté avec profit de très nombreux ouvrages et publications, et plus particulièrement les suivants :

ABDESSELEM, A. *Ibn Khaldūn et ses lecteurs*, Paris, PUF, 1983.

ABED AL-JABRI, M. *Introduction à la critique de la raison arabe*, Casablanca, Le Fennec, 1995.

AL-JAZAÏRĪ, A. B. J. *La Voie du musulman*, Paris, Aslim, 1986.

ALLÈGRE, CL. *Dieu face à la science*, Paris, Fayard, 1997.

AL-MOKHTAR OULD BAH, M. *L'Éducation islamique,* Salé, ISESCO, 1999.

AL-TABARĪ, A. J. M. *L'Âge d'or des Abbasides,* Paris, Sindbad, 1983.

ARKOUN, M. *La Pensée arabe,* Paris, PUF (Que sais-je ?), 1979.

L'Islam, approche critique, Paris, Éditions Grancher, 1992.

ARKOUN, M. GARDET, L. *L'Islam,* Paris, Buchet-Chastel, 1978.

BAKOULINE, P. *et al. Astronomie générale,* Moscou, MIR, 1975.

BAMMATE, H. *Apport des musulmans à la civilisation,* Lyon, Éditions Tawhid, 1998.

BENOIT, P. MICHEAU, F. L'« Intermédiaire arabe », dans : M. Serres (dir. publ.), *Éléments d'histoire des sciences,* Paris, Bordas, 1989.

BENSAUDE, B. STENGERS, V. *Histoire de la chimie*, Paris, La Découverte, 1995.

BUCAILLE, M. *La Bible, le Coran et la science*, Paris, Seghers, 1976.

BUNCAN, D. *Histoire de la biologie*, Paris, Nathan, 1994.

BURLOT, J. *La Civilisation islamique*, Paris, Hachette, 1990.

CAHEN, CL. *L'Islam, des origines au début de l'Empire ottoman*, Paris, Hachette, 1997.

CARATINI, R. *Le Génie de l'islamisme*, Paris, Michel Lafon, 1992.

Chikh, B., Gardet, L. *Panorama de la pensée islamique*, Paris, Sindbad, 1984.
Clot, A. *L'Espagne musulmane*, Paris, L. A. Perrin, 1999.
Coran (Le). Traduction de Mohammed Hamidullah, Lyon, Éditions Tawhid, 1973.
Corbin, H. *Histoire de la philosophie islamique*, Paris, Gallimard, 1986.
Dahan-Dalmedico, A., Pfeiffer, J. *Histoire des mathématiques*, Paris, Le Seuil, 1986.
Dayf, S. *L'Universalité de l'islam*, Salé, ISESCO, 1998.
Dictionnaire de l'Islam, Paris, Albin Michel (Dictionnaire Encyclopaedia Universalis), 1997.
Dictionnaire des inventeurs et inventions, Paris, Larousse, 1996.
Djebbar, A. *Une histoire de la science arabe*, Paris, Le Seuil, 2001.
Encyclopaedia Universalis/France, 1970-1975.
Encyclopédie de l'Islam, Leyde-Paris, Brill, 1975.
Encyclopédie Guinness, Paris-Milan, SPL., 1991.
Farrington, B. *La Science dans l'Antiquité*, Paris, Payot, 1967.
Garaudy, R. *Promesses de l'Islam*, Paris, Le Seuil, 1981.
Gardet, L. *L'Islam, religion et communauté*, Paris, Desclée de Brouwer, 1967.
Glassé, C. *Dictionnaire encyclopédique de l'Islam*, Paris, Bordas, 1991.
Grande Encyclopédie, Paris, Larousse, 1976.
Grigorieff, Vl. *Philo de base*, Paris, Marabout, 1983.
Hamidullah, M. *Le Prophète de l'Islam, sa vie, son œuvre* (2 tomes), Paris, AEIF, 1989.
Hassan, A. Y., Hill, D. R. *Sciences et techniques en Islam*, Paris, UNESCO/Edifra, 1991.
Hermann, J. *Atlas d'astronomie*, Paris, LGF (La Pochothèque), 1995.
Histoire de l'humanité (ouvrage collectif), Paris, UNESCO/Robert Laffont, 1968.
Hossein Nasr, S. *Sciences et savoir en Islam,* Paris, Sindbad, 1979.
Huisman, D. *Dictionnaire des mille œuvres clés de la philosophie*, Paris, Nathan, 1993.
Hunke, S. *Le Soleil d'Allāh brille sur l'Occident*, Paris, Albin Michel, 1987.
Isfrah, G. *Histoire universelle des chiffres*, Paris, Robert Laffont, 1994.
L'Islam, la philosophie et les sciences, Paris, Éditions UNESCO, 1986.
Jacquart, D., Micheau, F. *La Médecine arabe et l'Occident médiéval*, Paris, Maisonneuve et Larose, 1990.
Kalisky, R. *L'Islam,* Paris, Marabout, 1987.
Laoust, H. *Les Schismes dans l'islam*, Paris, Payot, 1983.
Lecourt, D. *Encyclopédie des sciences*, Paris, LGF (La Pochothèque), 1998.
Lewis, B. *Les Arabes dans l'histoire*, Paris, Flammarion, 1993.
Lewis, B. *et al. L'Islam d'hier à aujourd'hui*, Paris, Payot, 1994.
Massignon, L., Arnaldez, R. « La Science arabe », dans : R. Taton (dir. publ.), *Histoire générale des sciences*, Paris, PUF, 1966.
Médine, Éditions complexe du roi Fahd, 1994.

Monteil, V. *Clefs pour la pensée arabe*, Paris, Seghers, 1977.
Montreynaud, Fl., Matignon, J. *Dictionnaire des citations du monde entier*, Paris, Le Robert, 1990.
Morfaux, L. *Vocabulaire de la philosophie*, Paris, Armand Colin, 1980.
Pelt, J.-M. *La Terre en héritage*, Paris, Fayard, 2000.
Piotte, J.-M. *Les Grands Penseurs du monde occidental*, Saint-Laurent (Québec), Fides, 1997.
— *L'Islam*, Paris, PUF (Que sais-je ?), 1999.
Qardhaoui, Y. *Le Licite et l'illicite en Islam*, Paris, Okad-Rayhane, 1990.
Rashed, R. *et al. Histoire des sciences arabes* (3 tomes), Paris, Le Seuil, 1997. *Religions d'Abraham et la science (Les)* (ouvrage collectif), Paris, Maisonneuve et Larose (Prometheus), 1996.
Rival, M. *Les Grandes Expériences scientifiques*, Paris, Le Seuil, 1996.
Robert, P. (dir. publ.) *Dictionnaire universel alphabétique et analogique des noms propres*, Paris, Le Robert, 1991.
Rodinson, M. *La Fascination de l'Islam*, Paris, Maspero, 1980.
Ronan, C. *Histoire mondiale des sciences*, Paris, Le Seuil, 1988.
Rosmorduc, J. *Une histoire de la physique et de la chimie*, Paris, Le Seuil, 1985.
Ruby, Cl. *Histoire de la philosophie*, Paris, La Découverte, 1993.
Sabra, A. I. « La Contribution de l'Islam au développement des sciences », dans : B. Lewis (dir. publ.), *L'Islam d'hier à aujourd'hui*, Paris, Payot, 1994.
Salam, A. « L'Islam et la science », dans : *Les Religions d'Abraham et la science* (ouvrage collectif), Paris, Maisonneuve et Larose (Prometheus), 1996.
Sanagustin, Fl.. *La Médecine arabe traditionnelle*, Nouakchott, conférence au CCF, 1997.
Serres, M. *et al. Éléments d'histoire des sciences*, Paris, Bordas, 1989.
Sourdel, D. *Histoire des Arabes*, Paris, PUF (Que sais-je ?), 1991.
Soussé, A. *Arabes et Juifs dans l'histoire*, Lausanne, Sartec, 1979.
Suret-Canale, J. *Panorama de l'histoire mondiale*, Paris, Marabout, 1996.
Taton, R. *et al. Histoire générale des sciences* (3 tomes), Paris, PUF, 1966.
Thoraval, Y. *Dictionnaire de civilisation musulmane*, Paris, Larousse, 1995.
Torki, B. *Islam, religion de la science*, Tunis, Ed. Tunis, 1979.
Ullman, M. *La Médecine islamique*, Paris, PUF, 1995.
Vernet, J. *Ce que la culture doit aux Arabes d'Espagne*, Paris, Sindbad, 1985.
Vidal, B. *Histoire de la chimie*, Paris, PUF (Que sais-je ?), 1985.

INDEX GÉNÉRAL

A

B

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

Z